

JULIANO ELIAS FARAH

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA PERFORMANCE E
COMPOSIÇÃO CORPORAL**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Prof^a: Simone Aparecida Rechia Ferreira.

Orientador: Dr^a MARIA GISELE DOS SANTOS

**"Nunca ande pelo caminho traçado, pois ele
conduz até onde os outros foram."**

Alexander Graham Bell

AGRADECIMENTOS

“Dedico essa monografia para todas as pessoas que me deram força nesses quatro anos de curso, não me deixando desistir devido a determinados inconvenientes que aparecem na nossa vida. Em especial quero agradecer meu Pai e minha Mãe que sempre me apoiaram e me ajudaram a tomar as decisões corretas, ou as que eu achei corretas. Minha avó Olga, que Deus a tenha, foi minha segunda mãe. Um abraço especial para minha tia, Zilda, que me ajudou pagando a formatura. Para meu irmão Rafael, o próximo a se formar em Educação Física. Para meu amigo e irmão Reverso (Reder) e pra toda sua família, é minha segunda casa. E para meu outro amigo Rafael (Peixe), já aprontamos várias nessa vida. Se possível, eu gostaria de citar o nome de todos as pessoas que conheci e tiveram importância na minha vida, no entanto, posso acabar esquecendo de alguém, e se a pessoa que esqueci ler esses agradecimentos, vai acabar ficando magoada, então, para todas as pessoas que me conhecem e já conversaram comigo, agradeço todos vocês pela força que me deram, diretamente ou indiretamente. Obrigado pessoal do Colégio Erasto, pessoal do Lamenha, galera da academia do Paulo, pessoal da Datafilm, prof e colegas do cursinho Domínio, galera da Faculdade em geral, pessoal do DEF, pessoal da Fábrica do Corpo, academia Fisiomania e galera da Master Gym. Obrigado a todos vocês, tenham certeza que cada pessoa que quis meu bem tem espaço no meu coração. Um grande abraço a todos. E por ultimo e mais especial de todos, agradeço a DEUS por me dar a vida e estar sempre comigo quando preciso, me tirando de atas nessa vida, esse é o verdadeiro CARA, obrigado”

RESUMO

Melhores resultados com relação a performance (aumento de força, potência e resistência muscular) e composição corporal (aumento de massa corporal magra, redução de tecido adiposo), podem ser obtidos através de dietas alimentares apropriadas, em conjunto a estruturação do treinamento. Contudo, o uso de suplementos ergogênicos pode otimizar os resultados almejados, do mesmo modo, a creatina desempenha importante fator como recurso ergogênico nutricional. A creatina, ou ácido metil guanidino-acético, é um aminoácido produzido no próprio organismo humano, ou encontrada em grandes quantidades nas carnes, principalmente peixes. A principal função da creatina no metabolismo energético é elevar os estoques intramusculares de creatina livre e creatina fosforilada (creatina fosfato), para que em conjunto com a ATP (adenosina trifosfato) possa aumentar o suprimento de energia para os instantes iniciais de atividade, assim como acelerar o processo de recuperação entre séries de exercícios. A suplementação de creatina pode ser realizada com breves períodos e altas dosagens (3-7 dias utilizando 20-30g/dia), assim como longos períodos e dosagens relativamente menores (>15 dias utilizando 4-10g/dia). Ambos os períodos de sobrecarga podem ser efetivos para ocasionar modificações na performance e composição corporal. A suplementação de creatina pode provocar aumentos de força e potência muscular, sendo que seus efeitos são mais evidentes em atividades predominantemente anaeróbias, contudo, algumas evidências na literatura apontam potenciais efeitos sobre atividades aeróbias (aumentos da performance em atividades intermitentes aeróbicas e modificações na utilização de substratos energéticos durante atividade). A composição corporal também pode sofrer significativas alterações após suplementação de creatina, obtendo aumento do peso corporal e retenção hídrica com pequenos períodos de ingesta, assim como aumentos na massa corporal magra, redução de tecido adiposo, aumento da síntese protéica e hipertrofia muscular. Até o momento não há evidências concretas de que a creatina possa causar problemas à saúde, portanto, sua ingestão pode ser realizada por indivíduos que almejam melhores resultados com relação à performance e composição corporal.

Palavras chave: *suplementação, creatina, performance, composição corporal.*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA.....	4
1.2 JUSTIFICATIVA	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 Objetivos Geral.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
2 METODOLOGIA	7
3 REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS A SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA	8
3.1.1 Metabolismo Energético.....	8
3.1.2 Metabolismo da Creatina	10
3.1.3 Fontes de Creatina na Dieta	11
3.1.4 Necessidades Diárias de Creatina	12
3.1.5 Síntese da Creatina	12
3.1.6 Síntese Endógena	13
3.1.7 Síntese Exógena	14
3.2 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA PERFORMANCE DE ATIVIDADES FÍSICAS	15
3.2.1 Efeitos da Suplementação de Creatina em Exercícios Resistidos.....	15
3.2.2 Efeitos da Suplementação de Creatina em Saltos.....	17
3.2.3 Efeitos da Suplementação de Creatina em Tiros de Velocidade (sprints)....	18
3.2.4 Efeitos da Suplementação de Creatina em Atividades Aeróbias	20
3.3 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA COMPOSIÇÃO CORPORAL	22
3.3.1 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre o Peso Corporal	22
3.3.2 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre a Massa Corporal Magra.....	34
3.3.3 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre o Tecido Adiposo	44
3.3.4 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre a Quantidade Total de Água Corporal.....	50
3.4 EFEITOS COLATERAIS E REAÇÕES ADVERSAS APÓS SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA	52
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	56
ANEXOS	62
Apêndice 1	62
Apêndice 2	63
Apêndice 3	64
Apêndice 4	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: quantidade média de creatina em diferentes tipos de carnes	11
Tabela 2: aumento do peso corporal após períodos distintos de suplementação ..	22
Tabela 3: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 2	23
Tabela 4: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 2	24
Tabela 5: aumento do peso corporal entre 0,0-0,9kg	24
Tabela 6: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 5	25
Tabela 7: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 5	25
Tabela 8: aumentos do peso corporal entre 1,0-1,9kg	26
Tabela 9: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 8	26
Tabela 10: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 8	26
Tabela 11: aumentos do peso corporal acima de 2kg	27
Tabela 12: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 11	27
Tabela 13: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 11	27
Tabela 14: estudos com protocolo de suplementação de 0-9dias	28
Tabela 15: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 14	28
Tabela 16: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 14	29
Tabela 17: estudos com protocolo de suplementação superior a 10dias	29
Tabela 18: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 17	30
Tabela 19: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 17	30
Tabela 20: quadro resumo dos dados inseridos nos gráficos	33
Tabela 21: aumentos da massa corporal magra após períodos de suplementação	35
Tabela 22: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 21	36
Tabela 23: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 21	36
Tabela 24: estudos que obtiveram aumento da massa corporal magra até 0,9kg	36
Tabela 25: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 24	37
Tabela 26: estudos que obtiveram aumento da massa corporal magra entre 1,0-1,9kg	37
Tabela 27: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 26	37
Tabela 28: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 26	38
Tabela 29: estudos que obtiveram aumentos na massa corporal magra acima de 2kg	38
Tabela 30: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 29	38
Tabela 31: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 29	39
Tabela 32: quadro resumo dos dados inseridos nos gráficos sobre MCM	43
Tabela 33: revisão de estudos que obtiveram modificações na quantidade de gordura corporal	45
Tabela 34: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 33	45
Tabela 35: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 33	46
Tabela 36: revisão de estudos que obtiveram aumentos na quantidade de gordura corporal	46
Tabela 37: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 36	47
Tabela 38: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 36	47
Tabela 39: relação dos estudos que obtiveram reduções na quantidade de gordura corporal	48
Tabela 40: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 39	48
Tabela 41: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 39	48

Tabela 42: quadro resumo dos dados inseridos no gráfico 1	50
Tabela 43: efeitos da suplementação de creatina sobre o peso corporal – revisão de estudos	63
Tabela 44: efeitos da suplementação de creatina sobre a massa corporal magra – revisão de estudos	64
Tabela 45: efeitos da suplementação de creatina sobre a quantidade de gordura corporal – revisão de estudos	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: dose total de creatina e dias de suplementação	30
Gráfico 2: quantidade total de creatina e quantidade diária ingerida	31
Gráfico 3: quantidade total de creatina e aumento do peso corporal.....	32
Gráfico 4: total de dias de suplementação e dosagem diária	32
Gráfico 5: dias de suplementação e aumento do peso corporal	33
Gráfico 6: dose total de creatina e dias de suplementação	39
Gráfico 7: quantidade total de creatina e dose diária administrada	40
Gráfico 8: quantidade total de creatina ingerida e aumentos na massa corporal magra	41
Gráfico 9: dias de suplementação e dosagem diária de creatina.....	42
Gráfico 10: dias de suplementação e aumentos na massa corporal magra.....	43
Gráfico 11: resumos dos resultados da suplementação de creatina sobre a gordura corporal	49

1 INTRODUÇÃO

As necessidades de melhores resultados levam atletas e praticantes de atividades físicas a buscarem maneiras eficazes de otimizar suas performances e padrões de composição corporal. Aprimoramentos no desempenho de atletas podem ser conseguidos através de hábitos nutricionais apropriados (FOX et al., 1991), juntamente com o controle das intensidades e períodos de repouso durante os exercícios, conseguidos com dosagens adequadas dos métodos de treinamento (VERKHONSAHNSKY, 1996).

Constantemente, recordes e padrões de desempenho são ultrapassados por indivíduos melhores preparados e mais especializados nas atividades que praticam, sendo que, possivelmente utilizam-se de algum recurso ergogênico para concretizarem seus feitos. Qualquer tipo de substância, processo ou procedimento que pode ser capaz de melhorar o desempenho físico, dentre eles, agentes farmacológicos, componentes nutricionais, fisiológicos, psicológicos e mecânicos, é considerado um recurso ergogênico (FOX et al., 1991, WILLIAMS, 1998).

Uma das variáveis do treinamento que pode causar grande impacto sobre os resultados almejados é o componente nutricional. Uma dieta alimentar contendo quantidades apropriadas de macro-nutrientes (carboidratos, proteínas e gorduras) e micro-nutrientes (vitaminas e sais minerais) é essencial para obtenção de resultados satisfatórios. Porém, nem sempre o indivíduo consegue alimentar-se apropriadamente, ingerindo uma quantidade de nutrientes condizentes com a demanda metabólica das atividades que praticam, portanto, faz-se necessário recorrer aos suplementos alimentares, contemplando o déficit nutricional constatado na dieta. No Brasil, atualmente, observa-se um grande uso de suplementos, recorridos tanto para fins ergogênicos como estéticos (DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003). Um dos compostos que mais vem se popularizando entre atletas é a creatina (KREIDER, 2003), em sua forma monohidratada, acaba-se sendo um dos suplementos mais utilizados e pesquisados nos últimos tempos (FLECK et al., 2000).

A suplementação de creatina pode ser efetiva na manutenção de níveis elevados de energia (ATP: adenosina trifosfato) durante atividades físicas intensas (BRUDNAK, 2004), sendo mais eficiente em exercícios onde a especificidade de produção energética depende do sistema ATP-PC (fosfocreatina ou anaeróbico

alático). Trabalhos de força e potência muscular são beneficiados com a suplementação de creatina (WILLIAMS, 1998), do mesmo modo, atividades de curta duração e alta intensidade são suscetíveis a melhoras de performance (KREIDER, 2003).

A maneira como a creatina é administrada (ingerida) pode ser efetuada a partir de protocolos de curta duração (5-7 dias) e longa duração (acima de 15 dias). Numerosos estudos têm examinado os efeitos de curtos períodos de suplementação na performance de exercícios (KREIDER, 2003). A quantidade de creatina ingerida durante protocolos de suplementação varia dentre 20-30g ao dia (ou 0,3g/kg peso corporal/dia), separadas e consumidas ao longo das 24 horas em porções de 5-7g, dissolvidas em algum líquido para melhor absorção (WILLIAMS & BRANCH, 1998, JUHN, 1999, BIRD, 2003).

Existem diferentes formas de creatina disponíveis para utilização em estudos de pesquisa ou como suplementos nutricionais. O (1) monohidrato de creatina é a forma primária utilizada nos estudos, a (2) creatina fosfato é encontrada em pequenas quantidades sendo extremamente cara, limitando seu uso, o (3) citrato de creatina pode ser encontrado em suplementos alimentares, porém não é aplicado em estudos científicos, já a (4) creatina micronizada tem uma maior absorção intestinal, dissolvendo-se melhor em líquidos (WILLIAMS et al., 2000).

Qualquer forma de creatina ingerida tem a função de elevar os estoques corporais de creatina livre e creatina fosforilada (PC), sendo que, alguns dos efeitos observados após períodos de suplementação de creatina são: (1) aumento da capacidade máxima de desenvolvimento de força muscular (RAWSON & VOLEK, 2003); (2) aumento da performance muscular durante séries de exercícios repetitivos (PREEN et al., 2001, HAVENETIDIS et al., 2003); (3) redução do tempo de sprints únicos e sprints consecutivos (SKARE et al., 2001); melhora dos níveis de potência muscular (TARNOPOLSKY & MACLENNAN, 2000, LEHMKUHL et al., 2003, KUROSAWA et al., 2003, KOCAK & KARLI, 2003); (5) aumento do peso corporal total (KUTZ & GUNTER, 2003, POWERS et al., 2003, HAVENETIDIS et al., 2003, ECKERSON et al., 2004); (6) aumento da massa corporal magra e massa muscular (ZIEGENFUSS et al., 2002, LEHMKUHL et al., 2003, VOLEK et al., 2004).

Reações adversas e efeitos colaterais provenientes da ingestão aguda (curto prazo) e crônica (longo prazo) da creatina ainda continuam obscuros e controversos, sendo que determinados autores relatam que a suplementação por curtos períodos

de tempo não propicia qualquer problema patológico (BALSOM et al., 1994), no entanto, a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, em recente diretriz, recomenda a utilização da creatina somente pra atletas competitivos engajados em atividades de cunho anaeróbico alático (fosfagênios), porém, excepcionalmente (DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003). Visto a discordância de recomendações, consideráveis equívocos podem ocorrer em contundentes afirmações sobre a utilização, ou não, da suplementação de creatina.

Sendo assim, este estudo tem o objetivo de (1) analisar os efeitos da suplementação de creatina na performance de atividades físicas, (2) verificar as alterações causadas na composição corporal (massa corporal total, massa corporal magra, tecido adiposo e quantidade de água corporal) e (3) relatar possíveis efeitos colaterais após períodos distintos de suplementação.

1.1 PROBLEMA

A creatina tornou-se um dos suplementos alimentares mais utilizados e pesquisados mundialmente (FLECK et al., 2000), devido sua ação ergogênica em exercícios de alta intensidade e curta duração, intermitentes e com curto período de recuperação (PERALTA & AMANCIO, 2002). No entanto, a suplementação como recurso ergogênico de atividades físicas prolongadas não encontra suporte na literatura (BALSOM et al., 1994, DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003).

Estudos também relatam o aparecimento de efeitos adversos oriundos da suplementação, como câibras durante exercícios (JUHN, 1999, BRUDNAK, 2004), possíveis sobrecargas renais (JUHN, 1999, FARQUHAR & ZAMBRASKI, 2002), desarranjos gastrintestinais e desidratação (JUHN, 1999). Contudo, os riscos a longo prazo da ingestão crônica de creatina continuam obscuros e indefinidos (GREENHAFF, 1997, ACSM, 2000).

Portanto, quais seriam os efeitos da suplementação de creatina na performance de diferentes atividades físicas, e ainda, quais as possíveis alterações que períodos distintos de suplementação podem causar na composição corporal e no quadro clínico normal?

1.2 JUSTIFICATIVA

Os resultados de uma competição ou de um programa de treinamento podem ser influenciados por diversos fatores, como o tipo de treinamento realizado, o qual deve ser orientado à obtenção dos objetivos almejados, assim como a alimentação, devendo conter os nutrientes essenciais utilizados durante a atividade praticada.

Toda dieta alimentar deve conter quantidades apropriadas de macro e micro-nutrientes degradados durante os exercícios, do mesmo modo, observam-se que mudanças dietéticas adequadas beneficiam tanto a composição corporal (aumento de massa corporal magra e redução da gordura corporal), como otimizam a performance física (FOX et al., 1991, DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003), em conjunto com dosagens apropriadas dos meios de treinamento (VERKHOSHONSKI, 1996).

Na última década e atualmente, o suplemento alimentar que mais vem sendo pesquisado e utilizado mundialmente é a creatina (FLECK et al., 2000, VOLEK & RAWSON, 2004), devido sua potencial capacidade em acarretar aumentos de massa corporal magra (MCM) e melhorias na performance de exercícios intensos de curta duração (BRANCH, 2003). Conseqüentemente, a creatina vem se popularizando entre atletas e praticantes de atividades físicas sem fins competitivos (KREIDER, 2003), na busca dos efeitos ergogênicos após suplementação.

Recentemente, as funções no metabolismo muscular e as alterações no desempenho físico após períodos de suplementação de creatina despertaram o interesse de estudiosos (PERALTA & AMANCIO, 2002), porém, nem todos os indivíduos suplementados beneficiam-se da creatina, sendo que problemas como câibras musculares (BRUDNAK, 2004), lesões (KREIDER, 1998), e possíveis sobrecargas renais (JUHN, 1999) e hepáticas são relatadas, contudo, evidências concretas continuam obscuras na literatura.

Portanto, este estudo tem o objetivo de (1) verificar quais os resultados que a suplementação de creatina pode causar no desempenho de diferentes atividades físicas e/ou testes físicos, (2) descrever as alterações causadas na composição corporal (peso corporal total, massa corporal magra, gordura corporal) e (3) relatar possíveis efeitos adversos após períodos curtos e longos de suplementação.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos da suplementação de creatina na composição corporal e na performance de atividades físicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- revisar os processos metabólicos para síntese da creatina;
- relatar os resultados em testes e protocolos de exercícios após períodos de suplementação de creatina;
- verificar as alterações na composição corporal (peso corporal, massa corporal magra, gordura corporal) após períodos curtos e longos de suplementação de creatina;
- analisar e discutir os dados obtidos sobre a composição corporal;
- descrever possíveis problemas físicos e reações adversas após períodos de suplementação de creatina.

2 METODOLOGIA

Foram utilizadas para esta pesquisa documental, fontes secundárias obtidas em periódicos nacionais e internacionais (*Portal Capes, Scielo Brasil*), fontes primárias relacionadas com suplementação de creatina e fisiologia humana e do exercício. Constituindo uma pesquisa bibliográfica dedutiva.

A análise dos dados obtidos nos estudos foi feita através da média dos resultados obtidos no grupo experimental entre o período pré e pós-suplementação, sendo feita posterior comparação descritiva dos valores absolutos (kg) para os componentes peso corporal total, massa corporal magra e quantidade de gordura corporal. Utilizando-se de médias, desvio padrões e correlações através do EXCEL (Office 2000).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS A SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA

Neste capítulo serão descritos os processos pelo qual a creatina é sintetizada no corpo humano, qual a sua atuação sobre os processos metabólicos de formação de energia (ATP), quais os alimentos que contém maiores quantidades de creatina e quais as suas necessidades diárias.

3.1.1 Metabolismo energético

A creatina atua diretamente sobre os sistemas energéticos de produção de energia (ATP), contudo, a suplementação parece aumentar os conteúdos musculares totais de creatina, incluindo juntamente a creatina livre e a creatina fosfato, sendo mais efetiva em atividades de alta intensidade e curta duração, dependentes primariamente dos fosfagênios musculares (atividades < 30s) (WILLIAMS & BRANCH, 1998). Em contrapartida, atividades de longa duração, como corrida e natação, parecem não se beneficiar com a suplementação de creatina (BRANCH, 2003), sendo que a influência sobre exercícios contínuos não encontra respaldos suficientes na literatura (BALSOM et al., 1994, DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003).

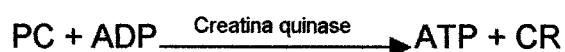
Portanto, a compreensão dos mecanismos e procedimentos para produção de energia é de suma importância para o entendimento dos processos pelos quais a creatina atua como recurso ergogênico, sendo assim, serão descritos sucintamente os três sistemas de produção de ATP, dentre os quais, a creatina atua diretamente sobre o sistema dos fosfagênios, conforme descrição abaixo.

Metabolismo anaeróbico alático (ATP-PC, fosfagênios ou sistema glicolítico)¹

O sistema anaeróbico alático envolve o menor número de reações químicas para produção de ATP, porém, proporciona energia mais rapidamente para contração muscular, devido a séries pequenas de reações químicas e a não dependência de oxigênio para o transporte aos músculos. Além de que, tanto o ATP

(adenosina-trifosfato), quanto a PC (fosfocreatina: creatina fosfato), estão armazenados dentro dos mecanismos contráteis dos músculos (FOX et al., 1991).

A reação química para formação de ATP envolve a junção da creatina fosfato (PC) ao ADP, resultado em uma molécula de ATP mais creatina (CR) (POWERS & HOWLEY, 2000) (vide reação abaixo):



Metabolismo anaeróbico láctico (glicólise anaeróbica ou sistema glicolítico-oxidativo)¹

O sistema anaeróbico láctico depende da desintegração incompleta dos carboidratos, formando como sub-produto o ácido láctico ou ácido pirúvico (POWERS & HOWLEY, 2000). No organismo humano, todos os carboidratos são transformados em glicose, podendo ser utilizada imediatamente nessa forma ou armazenada nos músculos e fígado na forma de glicogênio muscular e hepático, respectivamente, para utilização subsequente (FOX et al., 1991).

Juntamente com o acúmulo de ácido láctico, aumenta-se a concentração do íon hidrogênio (H^+), possível fator contribuinte à fadiga muscular, neste caso, a maior disponibilidade creatina fosfato atua como tampão metabólico ao íon hidrogênio, permitindo um acúmulo maior de ácido láctico além do pH muscular limitante (WILLIAMS et al., 2000).

Metabolismo aeróbico (sistema oxidativo)¹

A produção aeróbica de ATP ocorre no interior das mitocôndrias, envolvendo a interação de duas vias metabólicas cooperativas, o ciclo de Krebs e a cadeia transportadora de elétrons (POWERS & HOWLEY, 2000). O principal papel do ciclo de Krebs é completar a oxidação de substratos e formar NADH e FADH para entrar na cadeia transportadora de elétrons. O resultado final da cadeia transportadora é a formação de ATP e água (POWERS & HOWLEY, 2000).

¹ Para maiores informações e detalhamentos dos sistemas de produção de energia, vide as seguintes referências: FOX et al., 1991, MCARDLE et al., 1998, POWERS & HOWLEY, 2000.

3.1.2 Metabolismo da Creatina

Para que a suplementação de creatina seja efetiva, a concentração e a quantidade total de creatina corporal devem ser aumentadas (WILLIAMS & BRANCH, 1998), suprimindo as necessidades de produção e ressíntese de ATP da musculatura esquelética por um período maior de tempo durante atividades de alta intensidade (RACETTE, 2000).

Um homem de 70kg armazena aproximadamente 120g de creatina (0,17% do peso corporal), sendo que 95% do total de creatina corporal estão contidos na musculatura esquelética (GREENHAFF, 1997, WILLIAMS & BRANCH, 1998). Períodos curtos de suplementação (20g/dia durante 5-7 dias) são necessários para ocasionarem aumentos de 10-30% no total de creatina e de 10-40% nos estoques de fosfocreatina (KREIDER, 2003). Do mesmo modo, Hultman et al. (1996) ressaltam que um período de seis dias de suplementação (20g/dia), ocasionam um aumento de 20% na concentração de creatina, mantendo-se elevada com a administração de doses diárias de 2g por mais 28 dias. Corroborando com os dados anteriores, Greenhaff (1997) destaca que o mesmo período de suplementação (seis dias ingerindo 20g/dia) é suficiente para elevar a quantidade total de creatina em torno de 24mmol/kg de músculo seco (120mmol/kg para \cong 144mmol/kg), mantendo-se elevada com a administração de 2g/dia de creatina durante 34 dias.

Recentemente, têm-se sugerido que a suplementação de creatina acompanhada com algum tipo de carboidrato (maltodextrina, dextrose, frutose, glicose) pode aumentar sua absorção pela celular, elevando os estoques intracelulares, contribuindo, dessa forma, para uma melhor performance atlética. Greenhaff (1997) destaca que o pico de concentração de creatina na musculatura esquelética pode chegar a 160mmol/kg após períodos de suplementação de creatina concomitante a ingestão de carboidratos.

Além de aumentos de performance observados com a suplementação, a creatina tem se mostrado eficiente no combate a patologias, como desordens metabólicas, doenças neuromusculares e durante período de recuperação de uma lesão muscular, comprovando, além do efeito ergogênico sua eficiência terapêutica (ACSM, 2000, KREIDER, 2003).

3.1.3 Fontes de Creatina na Dieta

A principal fonte para obtenção de creatina é através de alimentos de origem animal, onde aproximadamente 250g de carne vermelha crua contém 1g de creatina (KREIDER, 1998), ou 2g de creatina a cada meio quilo de carne (WILLIAMS & BRANCH, 1998). A concentração/quantidade de creatina é diferenciada nos diversos tipos de carnes, assim como mostra a tabela 1.

Tabela 1: quantidade média de creatina em diferentes tipos de carnes.

Alimento	Quantidade de creatina (g/kg)
<i>PEIXE</i>	
Camarão	Traços
Bacalhau	3
Arenque	6,5-10
Linguado	2
Salmão	4,5
<i>CARNE</i>	
Boi	4,5
Porco	5

Fonte: BALSOM et al., 1994.

A creatina também pode ser encontrada em outros alimentos, como leites e derivados, porém, em quantidades muito pequenas (PERALTA & AMANCIO, 2002). Porções similares expostas por Balsom et al. (1994) de creatina (g/kg) foram encontradas por Clark (1998) para o arenque (6,5g/kg), carne de boi (5,5g/kg), além de pequenas quantidades para o leite materno humano (0,5g/kg) e leite derivado de vacas (0,1g/kg).

Como pode ser observado na tabela 1, a principal fonte para obtenção de creatina através da ingestão de alimentos é via consumo, principalmente, de peixes, e seguidamente, de carnes. No entanto, somente para suprir as demandas diárias de creatina (2g/dia), seria necessária a ingestão de aproximadas 444g de carne bovina ao longo do dia, porém, caso isso fosse realizado, a concomitante ingesta de gordura, colesterol e outros alimentos de baixo teor nutritivo, ocasionariam um

desequilíbrio das proporções de macro e micro-nutrientes da dieta. Do mesmo modo, durante períodos de sobrecarga de creatina (20g/dia), seria necessária a ingestão de 4,4kg de carne bovina, para equiparar as quantidades obtidas via suplementação, tornando a prática da suplementação através de alimentos praticamente inconcebível.

3.1.4 Necessidades Diárias de Creatina

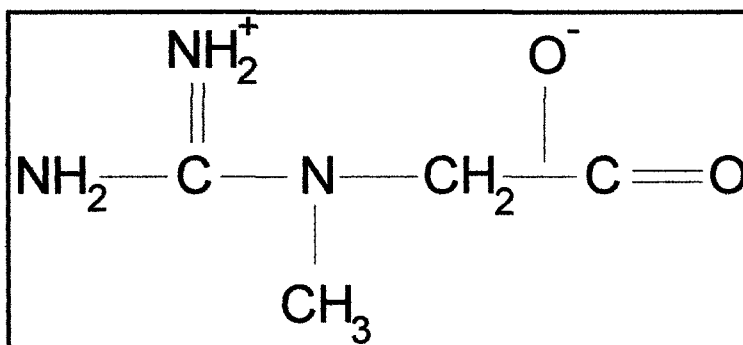
As necessidades diárias de creatina que nosso organismo necessita para realização das funções metabólicas impostas pelos processos de produção de energia (ATP), encontram-se em torno de 2g/dia para um homem de 70kg (BALSOM et al., 1994), aproximadamente 1,6% do total de creatina corporal (creatina livre e fosfocreatina) (KREIDER, 1998), sendo que cerca de 1g é obtida através da dieta onívora e o restante processado metabolicamente pelo pâncreas, fígado e rins a partir dos aminoácidos glicina, arginina e metionina (WILLIAMS & BRANCH, 1998).

Quando a creatina ingerida oralmente contém doses quantitativamente elevadas, há indícios de que a síntese endógena possa ser suprida, porém, quando as doses externas são reduzidas ou mesmo cessadas, a biosíntese orgânica é retomada em níveis normais (GREENHAFF, 1997, ACSM, 2000).

3.1.5 Síntese da Creatina

A creatina é um aminoácido (ácido metil guanidino-acético) encontrado abundantemente no músculo esquelético (GREENHAFF, 1997). Também conhecida como uma amina nitrogenada (WILLIAMS & BRANCH, 1998) (vide figura 1: estrutura da creatina). A creatina pode ser sintetizada endogenamente a partir de três aminoácidos precursores, L-Arginina, L-Glicina e L-Metionina (as funções desses três aminoácidos estão descritas no apêndice 1 – vide anexos).

Figura 1: Estrutura química da creatina



Fonte: CLARK, 1998

Diferentes tipos de células contêm concentrações variadas de creatina, sendo que suas concentrações intracelulares correlacionam-se com a demanda energética celular (CLARK, 1998). Devido isso, a musculatura esquelética detém aproximadamente 95% do *pool*² orgânico de creatina, o restante (5%) é subdividido entre órgãos como coração, cérebro, retina e testículos (PERALTA & AMANCIO, 2002).

3.1.6 Síntese Endógena

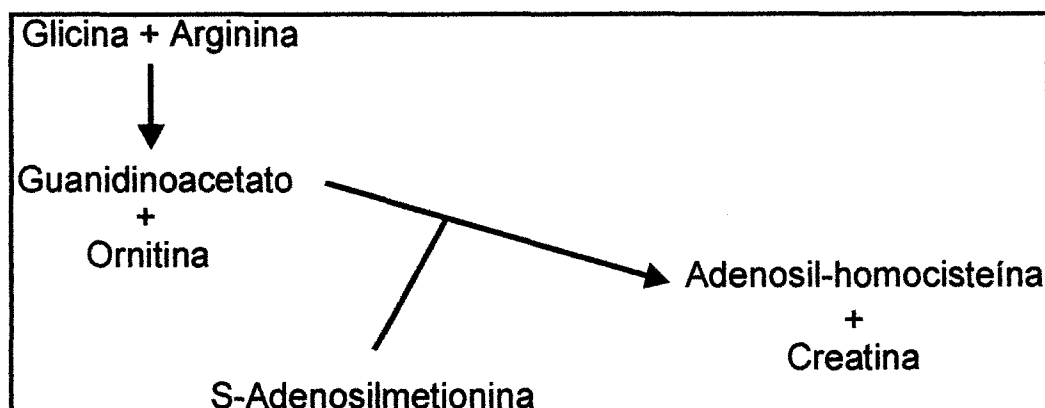
A creatina pode ser sintetizada endogenamente, ou seja, pelo próprio organismo, a partir de três aminoácidos (glicina, arginina e metionina) (KREIDER, 1998). A glicina é um aminoácido não essencial, sendo produzido pelo próprio organismo, enquanto que a arginina e a metionina devem ser obtidos através da alimentação (CHAMPE, 1996). Sem a obtenção desses dois aminoácidos essenciais, torna-se impossível à formação da creatina.

O início do ciclo de formação da creatina está no fígado, numa reação envolvendo dois aminoácidos, a arginina e a glicina (ACSM, 2000), no entanto, os rins e o pâncreas também podem sintetizá-la (WILLIAMS et al., 2000). O primeiro passo para a formação da creatina está na transferência do grupo amidino da arginina para a glicina, formando o ácido guanidinoacético (GREENHAFF, 1997). Posteriormente, ocorre uma segunda reação, na qual o aminoácido S-adenosilmetionina transfere um grupo metil da sua estrutura para o ácido

² *Pool*: reservatório de creatina no corpo humano.

guanidinoacético, formando, dessa forma, a creatina (WILLIAMS et al., 2000) (vide figura 2: síntese de creatina).

Figura 2: via bioquímica da síntese de creatina



Fonte: WILLIAMS, KREIDER & BRANCH, 2000.

A quantidade total de creatina necessária para repor as quantidades catabolisadas pelo metabolismo humano é em torno de 2g/d (BALSOM et al., 1994), sendo que, numa dieta normal (onívora), a quantidade total de creatina ingerida através da alimentação é de aproximadamente 1g/d (GREENHAFF, 1997, WILLIAMS & BRANCH, 1998, JACOBS, 1999), o restante da creatina necessária (1g) é sintetizada endogenamente principalmente pelo fígado (PERALTA & AMANCIO, 2002), além do pâncreas e rins (REZENDE, 2003).

3.1.7 Síntese Exógena

Aproximadamente 1g de creatina é obtida diariamente através da alimentação (dieta onívora) (WILLIAMS & BRANCH, 1998, PERALTA & AMANCIO, 2002), essa ingestão pode ser conseguida através de alimentos que a contenham, principalmente, carnes vermelhas e peixes (3-5g/creatina/kg carnes vermelhas e peixes) (KREIDER, 1998, REZENDE, 2003), ou através de suplementos alimentares específicos.

Nos alimentos, a creatina é encontrada em maior quantidade nas carnes (todos os tipos) (PERALTA & AMANCIO, 2002). KREIDER (1998) relata que 250g de carne vermelha crua contém aproximadamente 1g de creatina.

A creatina ingerida pela alimentação, aparentemente, é absorvida intacta pelo intestino (FONTANA et al., 2003), onde 95% do total têm como destino à musculatura esquelética (BALSOM et al., 1994; PERALTA & AMANCIO, 2002; REZENDE, 2003), sendo que o restante da creatina liberada no plasma vai para outros tecidos do corpo, como o coração, a musculatura lisa, o cérebro e os testículos (FONTANA et al., 2003; REZENDE, 2003).

A ingestão de creatina em conjunto com carboidratos pode ocasionar um significativo aumento dos níveis totais de creatina livre e creatina fosfato (WILLIAMS & BRANCH, 1998). Do mesmo modo, a ingestão de creatina em conjunto com aproximadamente 50g de proteína e carboidrato tem um efeito positivo na liberação de insulina e retenção de creatina (STEENGE et al., 2000).

A maior captação de creatina pela célula muscular em consequência da ingestão de algum carboidrato simples, parece estar ligado a uma maior liberação de insulina, estimulando a enzima ATPase da bomba de Na^+/K^+ , promovendo, dessa forma, um transporte simultâneo de $\text{Na}^+/\text{Creatina}$ para dentro da célula (PERALTA & AMANCIO, 2002) otimizando o efeito ergogênico da creatina.

3.2 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA PERFORMANCE DE ATIVIDADES FÍSICAS

Neste capítulo serão abordados estudos relevantes sobre suplementação de creatina, quais foram seus efeitos sobre atividades físicas com predominância anaeróbia, assim como aeróbias, quais as dosagens utilizadas (CR/dia) e o processo metodológico aplicado nas pesquisas.

3.2.1 Efeitos da Suplementação de Creatina em Exercícios Resistidos

A suplementação de creatina em conjunto com o treinamento contra resistência promove ganhos de força e hipertrofia muscular (VOLEK & RAWSON, 2004). No entanto, os mecanismos pelos quais a creatina exerce efeito ergogênico sobre as adaptações crônicas ao treinamento de força ainda causam controvérsias, porém, especula-se que podem ser devido a ganhos de massa corporal magra (VOLEK et al., 2004), aumento da retenção hídrica intracelular (POWERS et al., 2003), aumento de tamanho das fibras musculares tipo 2 (BURKE et al., 2003),

aumento nas grandes cadeias de miosina (WILLOUGHBY & ROSENE, 2001, VOLEK & RAWSON, 2004).

Um estudo realizado com nove homens praticantes de exercícios resistidos há pelo menos cinco anos, sendo suplementados durante quatro semanas (0,3g/kg peso corporal de creatina na primeira semana e 0,05g/kg peso corporal nas outras três semanas) e submetidos a um treinamento periodizado de força muscular (semana 1: 3x10-12; semana 2: 3x8-10; semana 3: 5x5; semana 4: 5x3). Após o período experimental de suplementação e treinamento foram observados aumentos significativos ($p<0,05$) no total de carga máxima (1RM) tanto no agachamento, quanto no supino reto (VOLEK et al., 2004).

Jogadores de handebol ($n=9$) foram suplementados durante cinco dias (20g de creatina ao dia) e submetidos a testes de repetições máximas (RMs) e de carga máxima (RM). Não foram verificadas mudanças significativas ($p<0,05$) na produção de força máxima (1RM) durante o supino reto, no entanto, o número máximo de repetições utilizando 60% de 1RM sofreu um significativo aumento ($p<0,05$) ($16,1 \pm 2,9\text{rep}$ para $18,8 \pm 3,5\text{rep}$). Do mesmo modo, o número máximo de repetições utilizando 70% de 1RM no meio agachamento sofreu alterações significativas ($p<0,05$) ($13,2 \pm 3,0\text{rep}$ para $15,9 \pm 2,1\text{rep}$), assim como no máximo de carga sustentada durante uma contração muscular máxima voluntária, reverente a $133 \pm 11,9\text{kg}$ para $147,7 \pm 14,1\text{kg}$ ($p<0,01$) (IZQUIERDO et al., 2002).

Dez homens praticantes de treinamento força com frequência de três sessões/semana foram suplementados durante quatro dias com 20g de creatina e nos subseqüentes 17 dias com 2g ao dia. Após três semanas de suplementação de creatina em conjunto com treinamento resistido, foram observados significativos aumentos ($p<0,01$) em uma contração máxima dinâmica (1RM) no supino reto ($87 \pm 4\text{kg}$ para $91 \pm 3\text{kg}$) e no leg press ($280 \pm 19\text{kg}$ para $313 \pm 22\text{kg}$) (HUSO et al., 2002).

Após 12 semanas de suplementação de creatina (6g/dia de creatina) concomitante ao treinamento de força de alta intensidade (3x6-8; 85-90% 1RM), foram verificados aumentos significativos ($p<0,05$) na produção relativa de força (RM (kg)/peso corporal (kg)) dos membros inferiores, analisada a partir dos exercícios leg press, extensão de pernas e flexão de pernas (WILLOUGHBY & ROSENE, 2001).

Corroborando com os resultados citados anteriormente, jogadores de futebol americano suplementados durante 28 dias com creatina (15,75g de creatina ao dia),

obtiveram aumentos significativos ($p < 0,002$) na produção de força muscular máxima durante o supino reto, porém, não foram observadas diferenças nas mensurações pré e pós-suplementação nos exercícios de agachamento, no entanto, o total de peso (kg) utilizado nos exercícios sofreu um significativo aumento ($p < 0,05$) (KREIDER et al., 1998).

Assim como indivíduos treinados, mulheres sedentárias também podem se beneficiar com a suplementação de creatina, sendo submetidas a uma ingesta de 20g/dia de creatina durante quatro dias consecutivos, e, mantendo-se por mais 10 semanas com doses de 5g/dia. Aliado a suplementação de creatina, foi introduzido treinamento resistido (3 sessões/semana) contendo cinco séries de doze repetições, utilizando 70% 1RM tanto para grupamentos musculares de membros superiores, quanto inferiores. Após cinco e dez semanas de treinamento e suplementação, foram verificados aumentos significativos ($p < 0,05$) no total de força dinâmica (1RM) no leg press, extensão de pernas e agachamento. Do mesmo modo, aumentos significativos ($p < 0,05$) do torque (Nm; mensurados a partir de um dinamômetro eletrônico) dos flexores do braço foram observados após o período de suplementação e treinamento (VANDENBERGHR et al., 1997).

As mensurações de força máxima (1RM) e resistência de força (RMs) parecem sofrer significativas alterações após protocolos agudos (altas doses de CR em curto tempo) e crônicos (longo período de ingesta de CR) de suplementação de creatina, do mesmo modo, quantificações adicionais de potência muscular ocorrem em paralelo a aumentos de força, porém, não necessariamente. Visto os resultados dos estudos sobre os exercícios contra resistência, a suplementação de creatina parece ser efetiva no aumento de performance de força muscular absoluta (1RM) e relativa (RMs).

3.2.2 Efeitos da Suplementação de Creatina em Saltos

A supressão energética para a realização de um salto ou de uma série pequena de saltos, com ou sem sobrecarga, é fornecida principalmente pelos fosfatos inorgânicos de alta energia (ATP-PC). A literatura evidencia que a suplementação de creatina pode ocasionar aumentos de performance primariamente em exercícios com períodos de duração inferiores a 30s (WILLIAMS & BRANCH,

1998), contudo, a performance de saltos tanto verticais como horizontais pode ser melhorada com períodos apropriados de ingestão de creatina.

Sete homens praticantes de atividades físicas, foram submetidos à suplementação com creatina durante sete dias (25g/dia de creatina), sendo observadas melhoras significativas ($p < 0,05$) no pico de produção de força (mensurado em Watts) durante (cinco séries de dez repetições) saltos consecutivos utilizando 30% 1RM no agachamento (VOLEK et al., 1996).

Atletas masculinos suplementados com 3g/dia de creatina durante 14 dias, obtiveram aumentos significativos ($p < 0,05$) no teste anaeróbico de salto vertical, porém, 1RM no supino reto, corrida de 40 jardas e extensão de pernas não sofreram modificações entre períodos pré e pós-suplementação (GOLDBERG & BECHTEL, 1997).

Nove homens jogadores de handebol foram submetidos a cinco dias de suplementação de creatina (20g/dia), sendo que a performance de saltos foi analisada através de dois saltos consecutivos sobre uma plataforma de análise de contato, sendo que a altura dos saltos era computada a partir do tempo total de voo. Houve um aumento significativo ($p < 0,05$) na altura do salto do grupo suplementado com creatina, após a realização de uma série de 10 repetições no meio agachamento (70% de 1RM), dados não corroborados com os indivíduos descansados ou após o teste 1RM no meio agachamento (IZQUIERDO et al., 2002).

Devido a incrementos nos estoques de creatina fosfato após suplementação, a possibilidade para aumentos de performance em saltos, únicos ou consecutivos, aumenta. Possivelmente devido a maiores quantidades de ATP/segundo fornecidas à musculatura esquelética, assim como a redução do tempo de recuperação (aumento da ressíntese de ATP) pode influenciar na execução consecutiva de saltos. Em contra partida, reduções de performance podem ocorrer devido ao aumento agudo no peso corporal total, possivelmente oriundo de quantidades extras de água corporal.

3.2.3 Efeitos da Suplementação de Creatina em Tiros de Velocidade (sprints)

Percorrer uma pequena distância no menor tempo possível é característica dos sprints, do mesmo modo, a suplementação de creatina pode ser efetiva para otimizar a performance em sprints únicos e sprints consecutivos (KREIDER, 2003).

Os resultados parecem ser mais evidentes quando os tempos dos sprints variam dentre seis a 30 segundos, com períodos de recuperação em torno de 30 segundos a cinco minutos entre os sprints (BIRD, 2003).

Oito homens fisicamente ativos, porém, destreinados, foram submetidos a cinco dias de suplementação de creatina e dextrose (30g de creatina + 30g de dextrose ao dia). Antes e após suplementação os indivíduos foram testados em um cicloergômetro (bicicleta com freio a ar), sendo que o protocolo de exercício consistia em pedalar 20 segundos o mais rápido possível. As variáveis analisadas durante o teste foram o pico de potência, potência média durante o teste, instante de potência máxima e percentual de queda de potência. Não foram verificados efeitos significativos ($p < 0,05$) nas variáveis analisadas durante os teste, sendo que cinco dias de suplementação de creatina não causaram modificações na performance durante sprints de 20s em bicicleta ergométrica (SNOW et al., 1998).

Atletas praticantes de handebol ($n=9$) foram suplementados com 20g/dia de creatina durante cinco dias. Teste de corrida de velocidade foram aplicados nos períodos pré e pós-suplementação, consistindo na execução de seis sprints máximos de 15 metros, separados por 60 segundos de descanso. Não foram verificadas reduções na média total de tempo durante os 15 metros totais, porém, o tempo médio necessário para percorrer os primeiros cinco metros reduziu significativamente ($1,05 \pm 0,03$ segundos para $1,03 \pm 0,03$ segundos) ($p < 0,05$) (IZQUIERDO et al., 2002).

Outro estudo analisou a performance em sprints consecutivos em uma bicicleta ergométrica, utilizando sete homens saudáveis não treinados, sendo suplementados durante cinco dias (20g/dia de creatina). O protocolo de exercício consistia em realizar várias séries de sprints de seis segundos, separados por períodos de recuperação e cargas variadas, durante o tempo total de 80 minutos. O delineamento do estudo teve por objetivo reproduzir fisiologicamente as demandas impostas durante partidas de futebol americano ou roque no gelo. O total de trabalho teve um significativo aumento ($p < 0,05$; 6%) comparando o período pré-suplementação ($251,7 \pm 18,4$ KJ) para o pós-suplementação ($266,9 \pm 19,3$ KJ). Da mesma forma, o pico de potência máxima elevou-se durante todas as séries de exercícios, obtendo significativos aumentos ($p < 0,05$) nas séries 1,4 e 7 (descanso entre séries de 24s), 3 e 9 (descanso entre séries 54s), 5 e 8 (descanso entre séries de 84s) (PREEN et al., 2001).

Numerosas pesquisas utilizam protocolos de suplementação numa periodicidade média de cinco dias, porém, a utilização de apenas três dias parece ser viável para acarretar aumentos de performance, como no estudo de Ziegenfuss et al. (2002), onde homens e mulheres atletas foram suplementados com 20g/dia de creatina durante três dias. O protocolo de exercício consistia na performance de seis sprints máximos de dez segundos em uma bicicleta ergométrica, com carga correspondente a 0,10kg/kg peso corporal. O pico de potência máxima aumentou significativamente ($p < 0,01$) no grupo suplementado com creatina entre os sprints 2 a 6. A potência máxima dos homens foi maior nos sprints 1 e 2, enquanto que as mulheres apresentaram maior potência durante os sprints 4, 5 e 6, levando os autores a concluir que entre os atletas submetidos a esse estudo, as mulheres apresentaram melhores performances durante sprints consecutivos (ZIEGENFUSS et al., 2002).

A característica fisiológica dos sprints, especificamente analisando o metabolismo energético envolvido, tem-se predominância dos sistemas anaeróbicos de energia (ATP-PC e anaeróbico láctico), tendo pouca influência do sistema aeróbico. Sprints muito curtos ($< 8s$) tem predominância do sistema ATP-PC, já sprints médios (10-30s) utilizam-se de ambos sistemas, predominando o sistema anaeróbico láctico. Em adição a esses fatores, a suplementação de creatina provoca potenciais efeitos ergogênicos na realização de sprints únicos e consecutivos.

3.2.4 Efeitos da Suplementação de Creatina em Atividades Aeróbicas

Estudos utilizando suplementação de creatina em conjunto com atividades aeróbicas continuam limitados na literatura, no entanto, tem-se sugerido que a suplementação de creatina pode modificar a utilização de substratos energéticos durante exercícios prolongados submáximos, ocasionando aumento da performance (WILLIAMS & BRANCH, 1998). Do mesmo modo, sprints repetitivos realizados sobre bicicletas, caracterizados como atividades aeróbicas intermitentes, podem ser aumentados concomitantemente a suplementação de creatina (FLECK et al., 2000, WILLIAMS et al., 2000).

Entretanto, algumas pesquisas realizadas sobre alimentação e suplementação são contundentes em suas posições, relatando que a utilização da creatina como recurso ergogênico em atividades prolongadas não encontra qualquer

respaldo na literatura científica (DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE, 2003). Talvez determinadas posições sejam devido a não utilização da creatina fosfato (CP), como contribuinte energético, durante atividades aeróbias (ACSM, 2000).

Analizando a utilização isolada dos fosfatos inorgânicos de alta energia (ATP-CP) sobre exercícios aeróbicos, seria válida a afirmação de que a creatina não ocasiona melhora de performance, porém, um dos processos pelo qual a creatina teria ação ergogênica sobre o metabolismo oxidativo, seria através do sistema de lançadeira de creatina fosfato, onde “a CP e a creatina podem servir como mensageiros energéticos auxiliares entre a mitocôndria e os sítios citoplasmáticos para a utilização de ATP” (WILLIAMS et al., 2000, p. 23).

Um estudo realizado com jogadores de handebol (n=9), suplementados com creatina durante cinco dias (20g/dia), submetidos a um teste de corrida de resistência, sendo que o protocolo consistia em correr ao redor de uma quadra (40x20m) durante cinco minutos continuamente, iniciando a uma velocidade de 10km/h e aumentando a velocidade em 2km/h ao final de cada estágio (5min), porém, antes do início do próximo ciclo eram dados três minutos de recuperação, onde eram retiradas amostras de sangue para aferição da concentração de lactato. O teste seguia ininterruptamente até a exaustão voluntária máxima. Não foram verificadas diferenças significativas ($p>0,05$) nas concentrações de lactato do grupo suplementado, assim como não foram observadas melhoras no tempo médio de exaustão. Levando os autores a concluir que a suplementação de creatina não foi efetiva para ocasionar aumentos de performance no teste descontínuo de corrida com aumento de velocidade (IZQUIERDO et al., 2002).

Outro estudo que investigou os efeitos da suplementação de creatina (20g/dia de creatina durante cinco dias + 5g/dia de creatina durante 35-50 dias), sobre a captação máxima de oxigênio (VO_2 máx) em um teste de bicicleta com cargas moderadas e pesadas, não demonstrou nenhuma diferença nos parâmetros de captação de oxigênio durante cargas moderadas, no entanto, para cargas elevadas, houve uma significativa ($p<0,05$) redução da captação de oxigênio, contudo, a magnitude dessas reduções está correlacionada ($r=0,87$) com o percentual de fibras tipo 2 na musculatura do vasto lateral, indicando que o recrutamento das unidades motoras e o volume muscular ativado podem interferir nos resultados de teste submáximos de VO_2 máx (JONES et al., 2002).

Os resultados da suplementação de creatina sobre atividades aeróbias continuam limitados (WILLIAMS & BRANCH, 1998), resultados controversos são obtidos em pesquisas metodológicas distintas, no entanto, resultados atuais revelam que a creatina pode ser efetiva para determinadas atividades físicas de cunho aeróbio (FLECK et al., 2000). Portanto este é um campo de pesquisa que ainda precisa ser explorado, utilizando-se de metodologias estruturadas e embasadas na literatura, para que os próximos resultados sejam fidedignos e confiáveis a estudos subsequentes.

3.3 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA COMPOSIÇÃO CORPORAL

A creatina pode causar diferentes alterações nos componentes da composição corporal, como peso corporal total, massa corporal magra, tecido adiposo, quantidade de água corporal, dentre outros. Contudo, este capítulo analisará os efeitos da suplementação de creatina nos componentes peso corporal total, massa corporal magra, tecido adiposo e quantidade de água corporal.

3.3.1 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre o Peso Corporal

Um dos efeitos mais significativos após períodos de suplementação de creatina é o aumento do peso corporal, sendo observado tanto em protocolos de curta duração como nos de longa duração. Apesar de que os aumentos iniciais no peso corporal sejam, provavelmente, devido a maiores quantidades de água corporal (WILLIAMS & BRANCH, 1998), também podem ser devido a hipertrofia muscular (VOLEK & RAWSON, 2004), aumento da síntese de cadeias pesadas de miosina (WILLOUGHBY & ROSENE, 2001), aumento do conteúdo de glicogênio muscular (VAN LOON et al., 2004), dentre outros fatores.

A seguir, serão descritas as alterações ocasionadas no peso corporal total dos indivíduos submetidos a protocolos diferenciados de suplementação e exercícios, entretanto, o objetivo dessa explanação é verificar qual a magnitude total de aumento de peso ocasionada pela suplementação de creatina, negligenciando todo processo metodológico utilizado durante as pesquisas.

A tabela 2 mostra as alterações ocasionadas do peso corporal total após períodos distintos de suplementação. Os dados completos dos indivíduos, dias com sobrecarga e manutenção de creatina, peso pré e pós-suplementação, estão dispostos do apêndice 6.2 (vide anexos).

Tabela 2: aumento do peso corporal após períodos distintos de suplementação.

Aumento do peso corporal total			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VOLEK et al. (1996)	175,0	7,0	+1,4
GOLDBERG et al. (1997)	42,0	14,0	+0,9
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	+1,8
SMART et al. (1998)	144,0	6,0	+1,9
SNOW et al. (1998)	150,0	5,0	+1,1
McNAUGHTON et al. (1998)	100,0	5,0	+2,0
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	+2,4
BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+2,0
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+5,0
PREEN et al. (2001)	100,0	5,0	+0,9
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+2,0
SKARE et al. (2001)	100,0	5,0	+0,6
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+4,3
ZIEGENFUSS et al. (2002)	60,0	3,0	+0,9
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	+0,6
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	+1,6
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,7
KUTZ & GUNTER (2003)	630,0	28,0	+1,7
POTTEIGER et al. (2003)	242,2	35,0	+1,9
POWERS et al. (2003)	280,0	28,0	+1,3
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	+2,5

Os estudos revisados na tabela 2 utilizaram uma média de suplementação de $24,0 \pm 23,4$ dias (tabela 3), com uma dosagem total de creatina de $238,1 \pm 175,5$ g, sendo que a média de aumento de peso corporal total foi de $1,8 \pm 1,1$ kg para os

indivíduos submetidos aos protocolos de suplementação e treinamento. Do mesmo modo, houve uma correlação relativamente alta ($R= 0,70$) entre a quantidade total de creatina ingerida e o aumento do peso corporal (tabela 4), ou seja, quanto maior a dose de creatina, possivelmente, maiores serão os aumentos de peso corporal. Corroborando com esses dados, observa-se um $R= 78$ para o tempo total de suplementação (quantidade de dias) e o aumento do peso corporal, sendo que, quanto maior o período de ingestão de creatina, maiores podem ser os aumentos da massa corporal total.

Tabela 3: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 2.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	238,1	24,0	+1,8
DESPAD	$\pm 175,5$	$\pm 23,4$	$\pm 1,1$

Tabela 4: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 2.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,70
Correlação dias x diferença peso	0,78
Correlação dose x dias ingestão	0,74

A tabela 5 demonstra os aumentos do peso corporal de no máximo 0,9kg. Observa-se que a média total de suplemento utilizado pelos estudos é de $83,7 \pm 25,9$ g de creatina, durante um período de $6,2 \pm 3,9$ dias, ocasionando um aumento médio no peso corporal de $0,8 \pm 0,2$ kg (tabela 6). As médias dos estudos citados na tabela 5 são características de períodos de sobrecarga de creatina, onde os estudos de Kilduff et al. (2002), Izquierdo et al. (2002), Preen et al. (2001) e Skare et al. (2001), utilizaram doses de 20g/dia de creatina durante 5 dias, além dos estudos de Ziegenfuss et al. (2002), que utilizou 20g/dia de creatina durante 3 dias, e Goldberg & Bechtel (1997), utilizando 3g/dia de creatina durante 14 dias. Correlacionando a dose total ingerida de creatina (g) com o aumento absoluto do peso corporal (kg), obtém-se um $R= -67$, ou seja, doses elevadas de creatina não necessariamente

refletem em aumentos do peso corporal. Em contra partida, a relação dias x diferença peso ($R = 32$) resultou em baixa (tabela 7), porém, corresponde a correlação da média total dos estudos analisados na tabela 2.

Tabela 5: aumentos do peso corporal entre 0,0-0,9kg.

Aumento do peso corporal total			
Estudos que obtiveram aumentos do peso corporal dentre 0,0-0,9kg			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
GOLDBERG & BECHTEL (1997)	42,0	14,0	+0,9
PREEN et al. (2001)	100,0	5,0	+0,9
SKARE et al. (2001)	100,0	5,0	+0,6
ZIEGENFUSS et al. (2002)	60,0	3,0	+0,9
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	+0,6
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,7

Tabela 6: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 5.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	83,7	6,2	+0,8
DESPAD	±25,9	±3,9	±0,2

Tabela 7: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 5.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	-0,67
Correlação dias x diferença peso	0,32
Correlação dose x dias ingestão	-0,64

A tabela a seguir (tabela 8) relata os estudos que obtiveram aumentos do peso corporal dentre 1,0-1,9kg, características de pesquisas com tempo médio de duração, algumas das quais o protocolo de suplementação era subdividido em período de sobrecarga + manutenção (VANDERBERGHE et al., 1997, HUSO et al., 2002, POTTEIGER et al., 2003, POWERS et al., 2003, KUTZ & GUNTER, 2003) ou

somente única sobrecarga inicial (VOLEK et al., 1996, SMART et al., 1998, SNOW et al., 1998).

Quando são ingeridas em média $270,7 \pm 177,2$ g de creatina dentre o tempo de $25,5 \pm 22,7$ dias, pode ocorrer um aumento do peso corporal em torno de $1,6 \pm 0,3$ kg (tabela 9). No entanto, para a variância de peso corporal analisada (1,0-1,9kg), a relação dose x diferença de peso resultou baixa ($R= 0,27$) (tabela 10), sendo que não é confiável afirmar que quanto maior a dose de creatina maior será o aumento de peso corporal. Do mesmo modo, não é possível afirmar claramente que quanto mais dias forem ofertadas doses de creatina, maiores serão os aumentos no peso corporal (relação dias x diferença de peso, $R= 0,44$) dentre 1,0-1,9kg.

Tabela 8: aumentos do peso corporal entre 1,0-1,9kg.

Aumento do peso corporal total			
Estudos que obtiveram aumentos do peso corporal dentre 1,0-1,9kg			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VOLEK et al. (1996)	175,0	7,0	+1,4
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	+1,8
SMART et al. (1998)	144,0	6,0	+1,9
SNOW et al. (1998)	150,0	5,0	+1,1
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	+1,6
KUTZ & GUNTER (2003)	630,0	28,0	+1,7
POTTEIGER et al. (2003)	242,2	35,0	+1,9
POWERS et al. (2003)	280,0	28,0	+1,3

Tabela 9: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 8.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	270,7	25,5	+1,6
DESPAD	$\pm 177,2$	$\pm 22,7$	$\pm 0,3$

Tabela 10: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 8.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,27
Correlação dias x diferença peso	0,44
Correlação dose x dias ingestão	0,56

Aumentos do peso corporal acima de 2kg são característica de protocolos de longa duração concomitante a rotina de treinamentos, no entanto, McNaughton et al. (1998) observaram um aumento de 2,0kg no grupo suplementado com creatina (20g/dia de creatina + 4g/dia de glicose) em apenas 5 dias de suplementação, levando os autores a sugerirem que esse significativo aumento deu-se devido a elevada retenção hídrica ocasionada pela creatina. Como pode ser observado nas tabelas 11 e 12, a média de dias de suplementação para ocasionar um aumento médio de $2,9 \pm 1,2$ kg de peso corporal total é de $37,7 \pm 25,9$ dias, com uma utilização total de $333,2 \pm 172,4$ g de creatina durante esse período.

Quando os protocolos de suplementação são de longo prazo, ficam mais evidentes os resultados da ingestão de creatina, com um $R = 0,82$, a correlação dose x diferença de peso resultou-se elevada, do mesmo modo entre a correlação dias x diferença de peso ($R = 0,89$), referindo-se que quanto maiores as doses e mais dias em suplementação, maiores podem ser os aumentos do peso corporal (tabela 13)

Tabela 11: aumentos do peso corporal acima de 2kg.

Aumento do peso corporal total			
Estudos que obtiveram aumentos do peso corporal $\geq 2,0$ kg			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
McNAUGHTON et al. (1998)	100,0	5,0	+2,0
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	+2,4
BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+2,0
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+5,0
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+2,0
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+4,3
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	+2,5

Tabela 12: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 11.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	333,2	37,7	+2,9
DESPAD	±172,4	±25,9	±1,2

Tabela 13: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 11.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,82
Correlação dias x diferença peso	0,89
Correlação dose x dias ingestão	0,72

A tabela 14 relata os estudos caracterizados como de curta duração, com protocolos de suplementação variando entre 3-7 dias, utilizando dosagens diárias de 20-30g de creatina/dia, repartidas em doses de 4-6g ingeridas ao longo dia, geralmente com algum líquido para melhor absorção.

Protocolos com curto período de suplementação (0-9dias) ocasionam aumentos médios de $1,1 \pm 0,5\text{kg}$ no peso corporal, para um total de $114,3 \pm 35,0\text{g}$ totais de creatina ingerida, num período médio de $5,1 \pm 1,1$ dias (tabela 15). As correlações entre os resultados estão dispostas na tabela 16, sendo baixas para as relações dose x diferença peso ($R= 0,42$) e para dias x diferença peso ($R= 0,40$).

Tabela 14: estudos com protocolo de suplementação de 0-9 dias.

Aumento do peso corporal total			
Estudos com protocolo de suplementação de 0-9 dias			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VOLEK et al. (1996)	175,0	7,0	+1,4
SMART et al. (1998)	144,0	6,0	+1,9
SNOW et al. (1998)	150,0	5,0	+1,1
McNAUGHTON et al. (1998)	100,0	5,0	+2,0
PREEN et al. (2001)	100,0	5,0	+0,9
SKARE et al. (2001)	100,0	5,0	+0,6

ZIEGENFUSS et al. (2002)	60,0	3,0	+0,9
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	+0,6
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,7

Tabela 15: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 14.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	114,3	5,1	+1,1
DESPAD	±35,0	±1,1	±0,5

Tabela 16: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 14.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,42
Correlação dias x diferença peso	0,40
Correlação dose x dias ingestão	0,88

A tabela 17, relaciona os estudos que utilizaram protocolos de suplementação de longo período (>15 dias), onde foram utilizados totais de $330,9 \pm 182,3$ g de creatina em um tempo médio de $38,3 \pm 22,0$ dias, ocasionando um aumento do peso corporal de $2,3 \pm 1,2$ kg (tabela 18). Do mesmo modo como os protocolos de curta duração, a correlação entre dose x diferença de peso, mostrou-se baixa, no entanto, a relação dias x diferença de peso foi relativamente elevada, levando a concluir que quanto mais dias em suplementação, maiores podem ser os aumentos do peso (tabela 19).

Tabela 17: estudos com protocolo de suplementação superior a 10 dias.

Aumento do peso corporal total			
Estudos com protocolo de suplementação >10 dias			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
GOLDBERG et al. (1997)	42,0	14,0	+0,9
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	+1,8
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	+2,4

BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+2,0
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+5,0
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+2,0
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+4,3
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	+1,6
KUTZ & GUNTER (2003)	630,0	28,0	+1,7
POTTEIGER et al. (2003)	242,2	35,0	+1,9
POWERS et al. (2003)	280,0	28,0	+1,3
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	+2,5

Tabela 18: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 17.

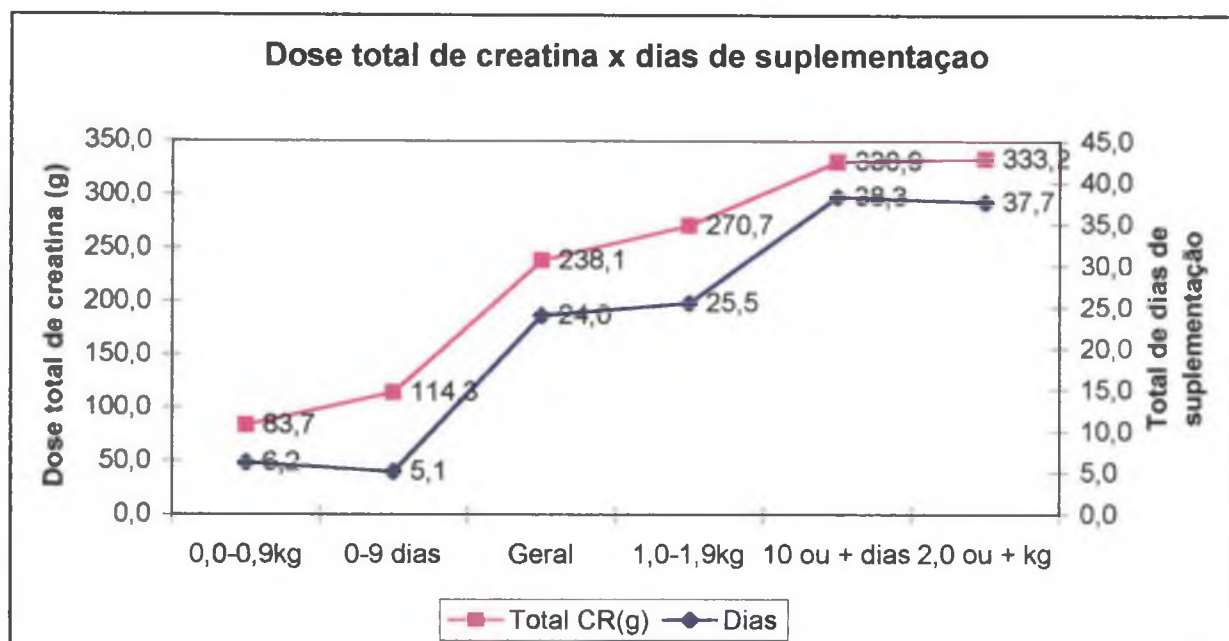
Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	330,9	38,3	+2,3
DESPAD	±182,3	±22,0	±1,2

Tabela 19: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 17.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,59
Correlação dias x diferença peso	0,71
Correlação dose x dias ingestão	0,54

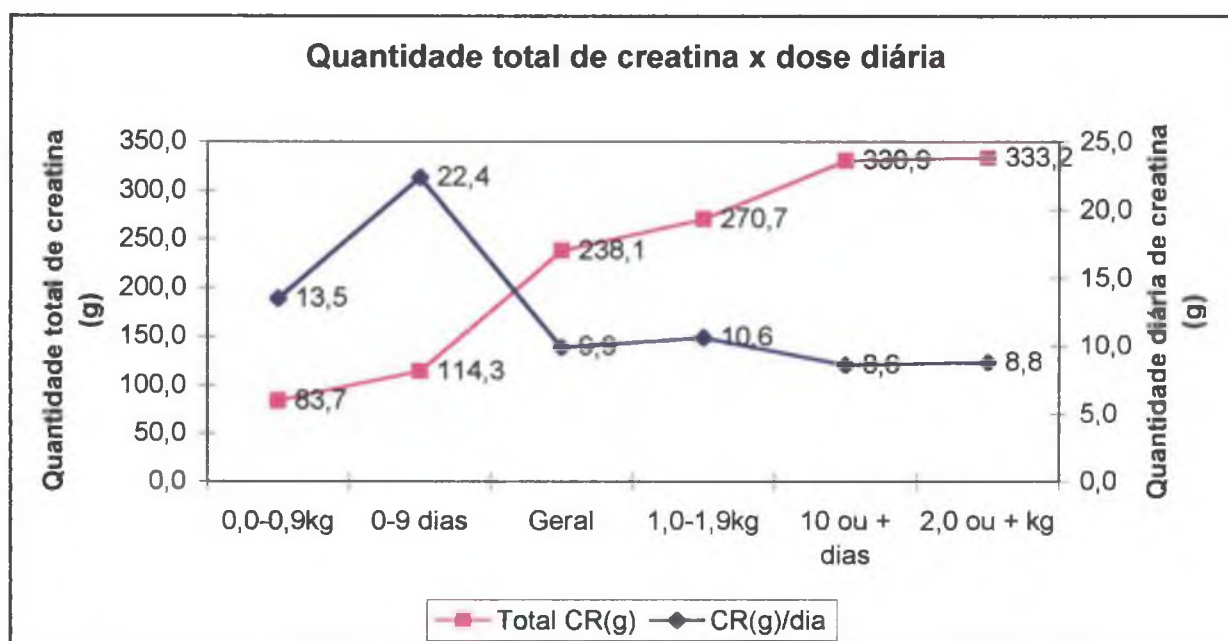
O gráfico 1 demonstra que quanto maiores as doses de creatina ingerida, mais dias são necessários para suplementação, obtendo, portanto, uma relação diretamente proporcional entre dose total x dias de ingestão de suplemento.

Gráfico 1: dose total de creatina e dias de suplementação.



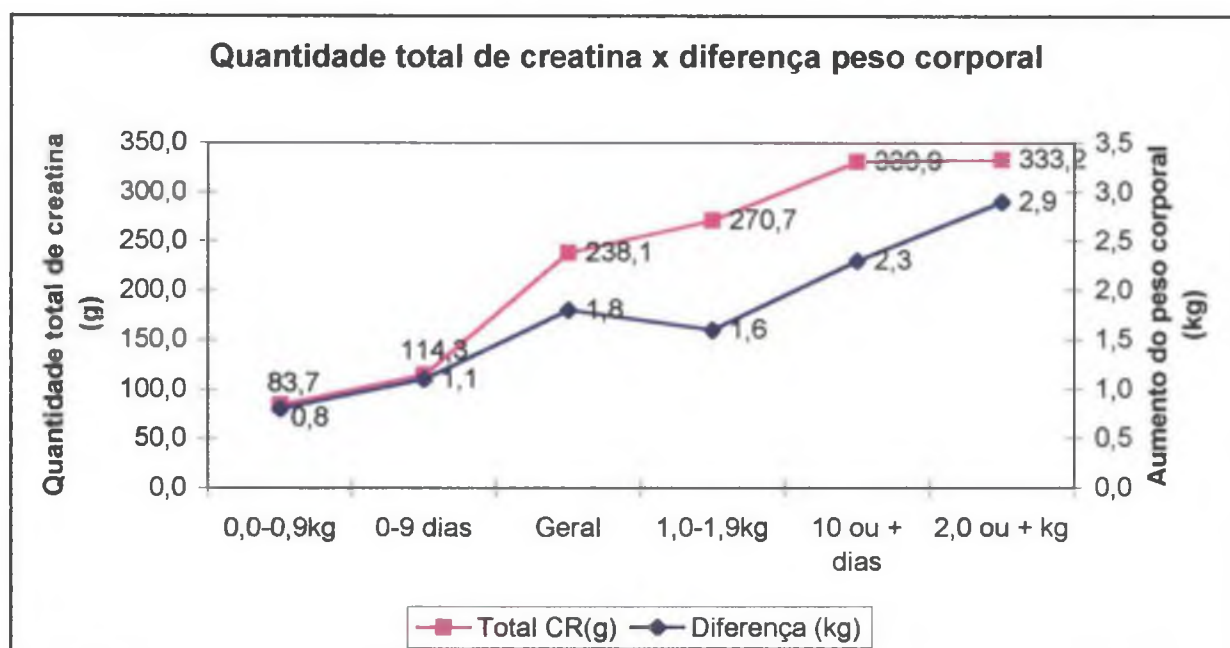
No gráfico 2 observa-se que a quantidade total de creatina ingerida é inversamente proporcional a dose diária ingerida, ou seja, quanto maior a quantidade total de creatina utilizada no estudo, menores são as doses diárias administradas.

Gráfico 2: quantidade total de creatina e quantidade diária ingerida.



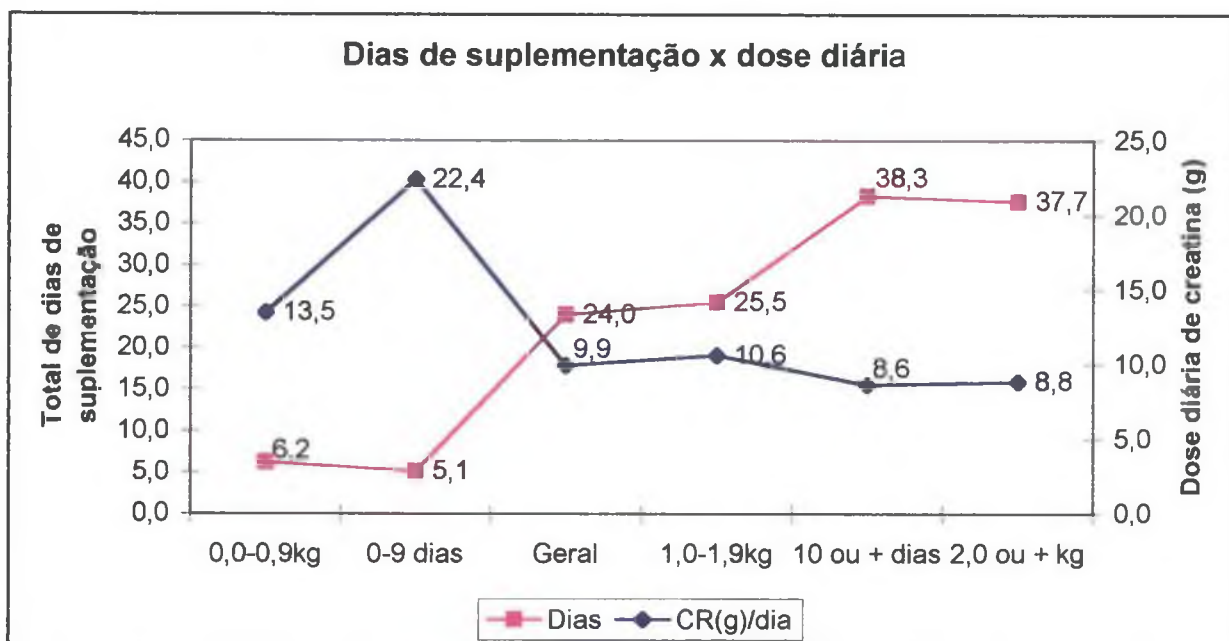
A quantidade total de creatina ingerida é diretamente proporcional ao aumento de peso corporal, como por ser observado no gráfico 3. A maior dose de creatina (333,2g) ocasionou um aumento de 2,9kg no peso corporal total, já a menor dosagem foi suficiente para aumentar 0,8kg de peso corporal.

Gráfico 3: quantidade total de creatina e aumento do peso corporal.



O gráfico 4 aponta que para vários dias de suplementação (37-38 dias), menores são as dosagens diárias ingeridas, que variam em média de 8,6-8,8g de creatina/dia.

Gráfico 4: total de dias de suplementação e dosagem diária.



O número de dias sob suplementação de creatina está diretamente correlacionado com o aumento do peso corporal, como pode ser observado no gráfico 5.

Gráfico 5: dias de suplementação e aumento de peso corporal.

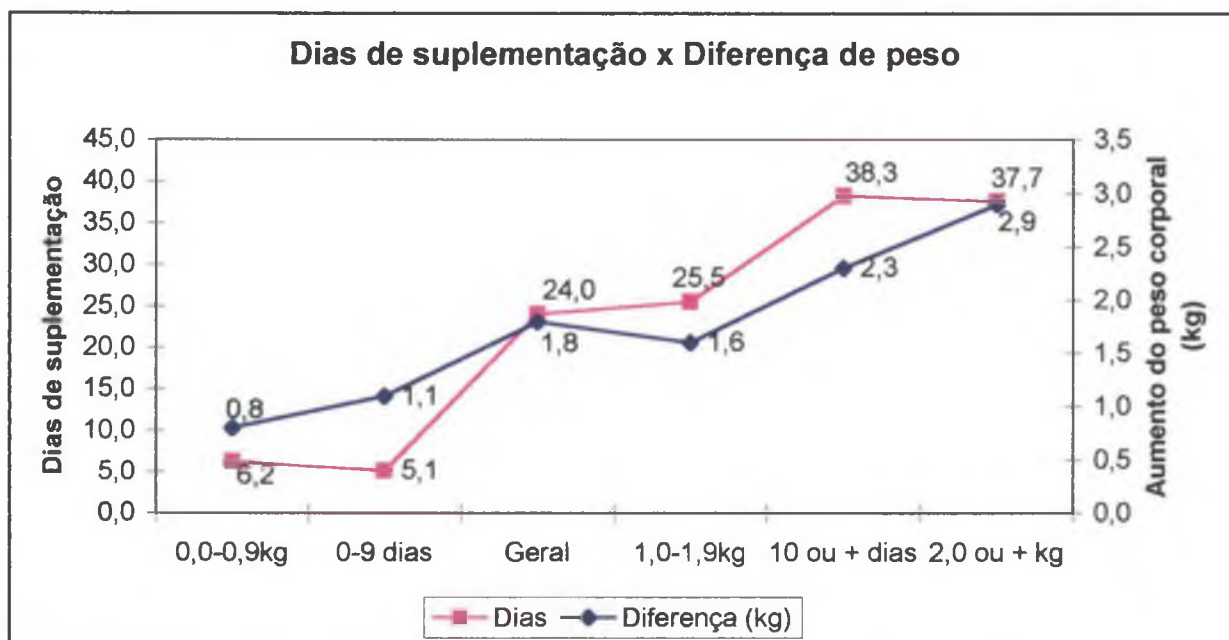


Tabela 20: quadro resumo dos dados inseridos nos gráficos.

Aumento do peso corporal total				
Quadro resumo				
Fases	Total CR(g)	Dias	CR(g)/dia	Diferença (kg)
0,0-0,9kg	83,7	6,2	13,5	+0,8
0-9 dias	114,3	5,1	22,4	+1,1
Geral	238,1	24,0	9,9	+1,8
1,0-1,9kg	270,7	25,5	10,6	+1,6
10 ou + dias	330,9	38,3	8,6	+2,3
2,0 ou + kg	333,2	37,7	8,8	+2,9

Como pôde ser observado, a suplementação de creatina ocasiona aumentos de peso corporal, podendo chegar a uma elevação de 2,9kg de massa corporal total no decorrer de 37,7 dias de suplementação ingerindo 8,8kg de creatina dia. No entanto, a metodologia de como essas pesquisas foram realizadas, não foi o foco principal desse capítulo, mas demonstrar quais as magnitudes de aumento no peso que podem vir a ocorrer após suplementação de creatina. Ficando evidente de que mesmo com doses relativamente baixas (83,7g = 13,5g/dia) e em curtos períodos de tempo (6 dias), podem ocorrer aumentos médios de 0,8kg de peso corporal total.

3.3.2 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre a Massa Corporal Magra

Massa corporal magra corresponde a todos os tecidos e resíduos livres de lipídeos (gorduras), incluindo água, músculos, ossos, tecidos conjuntivos e órgãos internos. Também pode ser caracterizada como massa livre de gordura ou massa corporal livre de gordura (HEYWARD & STOLARCZYK, 2000).

A suplementação de creatina pode ocasionar significativos aumentos na massa corporal magra (KREIDER, 2003), possivelmente, ocasionados pela retenção hídrica intracelular e aumento da pressão osmótica celular, estimulando a síntese protéica (WILLIAMS et al., 2000). No entanto, parece haver necessidade da inclusão de exercícios contra resistência como co-fatores do aumento de massa corporal magra (WILLIAMS & BRANCH, 1998).

Um estudo realizado com 10 homens treinados em exercícios resistidos, utilizando suplementação de creatina durante 42 dias (20g/dia durante 5 dias + 2g/dia durante 37 dias) em conjunto com treinamento periodizado (2 sessões/semana) para os músculos flexores do braço, ocasionou um aumento significativo ($p<0,01$) na área muscular alta do braço, equivalente a 7,9 cm² (9,1%) no grupo suplementado com creatina, sendo que o grupo placebo não apresentou alterações significativas. Em conjunto com o aumento de área do braço, ocorreu acréscimo significativo ($p<0,01$) na massa corporal magra do grupo suplementado com creatina (71,2kg para 72,8kg) (BECQUE et al., 2000).

Os indivíduos submetidos ao protocolo de suplementação proposto por Becque et al. (2000) realizaram o mesmo tipo de treinamento, sendo que ambos os grupos tinham as mesmas características iniciais, portanto, as respostas ao trabalho periodizado deveriam ser semelhantes, no entanto, o grupo que ingeriu creatina durante o período experimental obteve aumento na área do braço e da massa corporal magra, levando a concluir que, possivelmente, a creatina foi fator determinante no aumento de área do braço e da massa magra.

Alterações na área muscular podem ocorrer devido a melhoramentos (periodização) nos padrões de treinamento, no entanto, quando homens e mulheres atletas foram suplementados com creatina (20g/dia) durante 3 dias, ocorreu um significativo ($p<0,05$) aumento no volume muscular da coxa, equivalente a 6,6%, mensurado a partir de imagens de ressonância magnética. Alterações não observadas no grupo placebo (ZIEGENFUSS et al., 2002). Todavia, as alterações ocasionadas no volume muscular da coxa foram promovidas devido a ingestão de creatina. Contudo, esse aumento volumétrico pode ser devido a maiores retenções de água infusa à célula muscular.

A análise estatística a seguir, discutirá as alterações ocasionadas na massa corporal magra após protocolos diferenciados de suplementação de creatina e exercícios, entretanto, será abordada a magnitude total das modificações provocadas na massa corporal após suplementação de creatina, não levando em consideração todo processo metodológico utilizado durante as pesquisas.

A tabela 21 mostra estudos que mensuraram a massa corporal magra, o total de creatina ingerida no período experimental e as diferenças ocorridas após os dias de suplementação. As características dos estudos podem ser observadas no apêndice 6.3 (vide anexos).

Tabela 21: aumentos da massa corporal magra após períodos de suplementação.

Aumento da massa corporal magra (MCM)			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	+2,6
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	+1,3
BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+1,6
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+3,2
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+1,8
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+4,0
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	+0,9
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	+1,9
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,7
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	+3,4

Quando é ingerida uma média de $297,6 \pm 175,6$ g de creatina durante um tempo de $36,4 \pm 27,2$ dias, pode ocorrer um aumento de $2,1 \pm 1,1$ kg na quantidade de massa corporal magra (tabela 22). Dados que obtêm uma correlação relativamente alta entre relações dose x diferença peso ($R= 0,72$) e dias x diferença peso ($R= 0,70$) (tabela 23). Ou seja, quanto maiores as doses e quanto mais dias suplementado creatina, possivelmente, ocorram os maiores aumentos de massa corporal magra.

Tabela 22: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 21.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	297,6	36,4	+2,1
DESPAD	$\pm 175,6$	$\pm 27,2$	$\pm 1,1$

Tabela 23: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 21.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,72
Correlação dias x diferença peso	0,70
Correlação dose x dias ingestão	0,78

Os menores aumentos de massa corporal magra ocorreram com protocolos de suplementação de apenas 5 dias, como os estudos de Izquierdo et al. (2002) e Kilduff et al. (2002), utilizando uma ingesta de 20g/dia de creatina durante 5 dias consecutivos. O período de suplementação ao qual os indivíduos foram submetidos ocasionou um aumento da massa corporal de $0,8 \pm 0,1\text{kg}$, possivelmente, originado devido a aumentos da quantidade de água corporal.

Tabela 24: estudos que obtiveram aumento da massa corporal magra até 0,9kg.

Aumento da massa corporal magra (MCM)			
Estudos que obtiveram aumentos da MCM dentre 0,0-0,9kg			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	+0,9
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,7

Tabela 25: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 24.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	100,0	5,0	+0,8
DESPAD	$\pm 0,0$	$\pm 0,0$	$\pm 0,1$

A tabela apresentada a seguir (tabela 26) explana os resultados dos estudos que obtiveram aumentos de massa corporal magra entre 1,0 e 1,9kg. Quando foi ingerida uma média de $252,3 \pm 143,3\text{g}$ de creatina durante um período de $28,0 \pm 9,9$ dias, ocorreu um aumento na massa corporal magra absoluta de $1,7 \pm 0,3\text{kg}$ (tabela 27). No entanto, as correlações dose x diferença peso e dias x diferença peso resultaram negativas (tabela 28), concluindo que quanto maiores as doses de

creatina ingerida ao longo dos estudos, menores podem ser os aumentos de massa corporal magra correspondentes entre 1,0 e 1,9kg. Do mesmo modo que, quanto maiores os períodos de suplementação, possivelmente, menores são as diferenças encontradas na massa corporal magra.

Tabela 26: estudos que obtiveram aumento da massa corporal magra entre 1,0-1,9kg.

Aumento da massa corporal magra (MCM)			
Estudos que obtiveram aumentos da MCM dentre 1,0-1,9kg			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	+1,3
BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+1,6
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+1,8
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	+1,9

Tabela 27: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 26.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	252,3	28,0	+1,7
DESPAD	±143,3	±9,9	±0,3

Tabela 28: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 26.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	-0,81
Correlação dias x diferença peso	-0,45
Correlação dose x dias ingestão	-0,08

Aumentos na massa corporal magra acima de 2kg (tabela 29) são características de estudos com tempos de suplementação prolongados. Em média, $60,5 \pm 24,6$ dias podem ocasionar um aumento na quantidade de massa livre de gordura referente a $3,3 \pm 0,6$ kg, com dosagens totais de $441,8 \pm 124,4$ g de creatina (vide tabela 30). No entanto, a correlação dose x diferença peso deu-se baixa ($R=$

0,32), não sendo, possivelmente, que altas dosagens de creatina causem grandes elevações na massa corporal magra. Entretanto, a correlação dias x diferença peso mostrou-se negativa ($R = -0,43$), revelando que vários dias mediante suplementação de creatina não é fator decisivo para aumentos de massa corporal magra acima de 2kg (tabela 31).

Tabela 29: estudos que obtiveram aumentos na massa corporal magra acima de 2kg.

Aumento da massa corporal magra (MCM)			
Estudos que obtiveram aumentos da MCM $> 2,0\text{kg}$			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	+2,6
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+3,2
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+4,0
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	+3,4

Tabela 30: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 29.

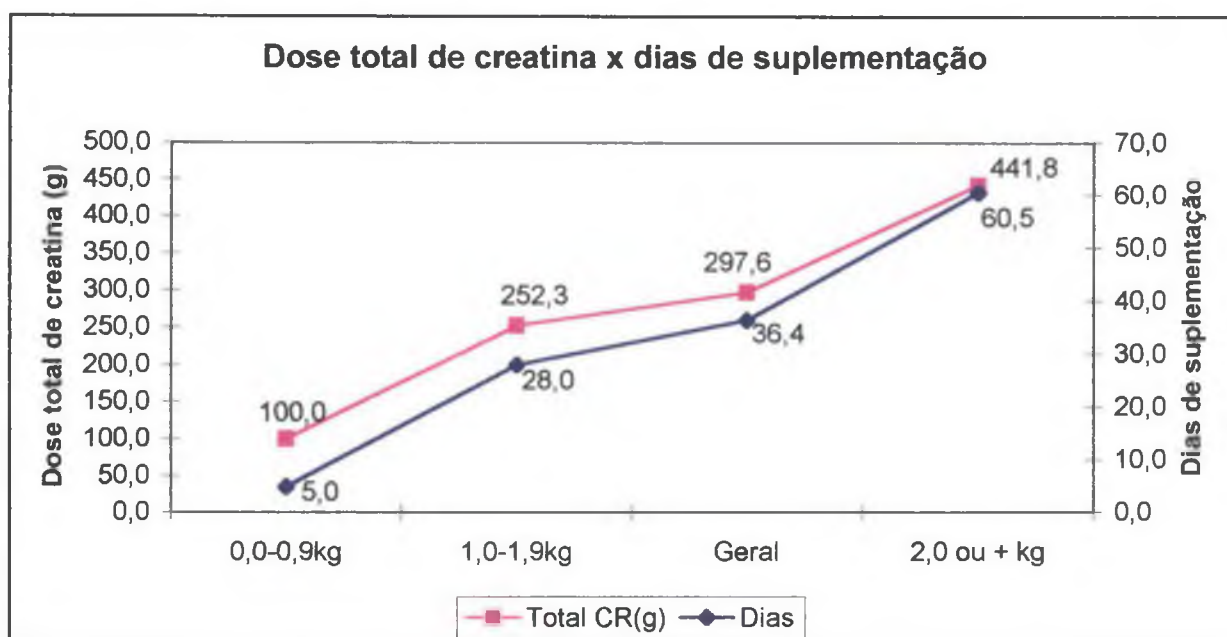
Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	441,8	60,5	+3,3
DESPAD	$\pm 124,4$	$\pm 24,6$	$\pm 0,6$

Tabela 31: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 29.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença peso	0,32
Correlação dias x diferença peso	-0,43
Correlação dose x dias ingestão	0,68

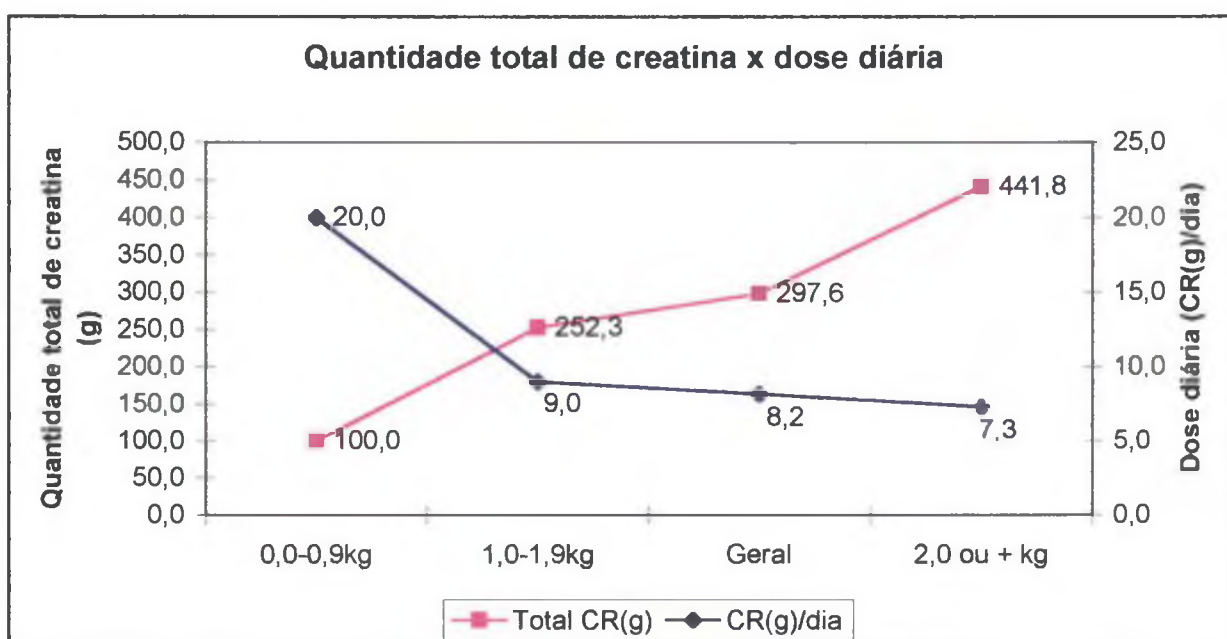
O gráfico 6 apresenta uma relação proporcional entre as dosagens totais de creatina (g) e o período de ingestão do suplemento, sendo que quanto maiores as doses totais ingeridas, mais dias são necessários para o decorrer do estudo.

Gráfico 6: dose total de creatina e dias de suplementação.



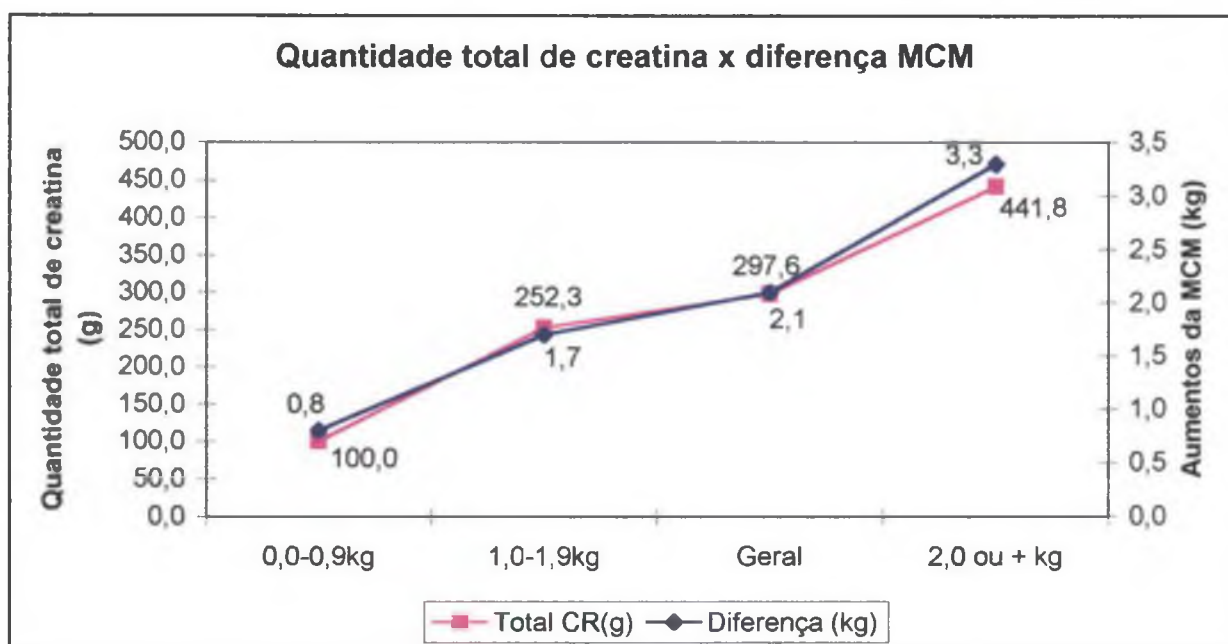
O gráfico 7 demonstra linhas inversamente proporcionais entre a quantidade total de creatina ingerida (g) durante os estudos e as doses diárias administradas (CR)(g)/dia). Sendo que, quanto maior a dose total de creatina, a tendência é que se diminuam as doses diárias ingeridas.

Gráfico 7: quantidade total de creatina e dose diária administrada.



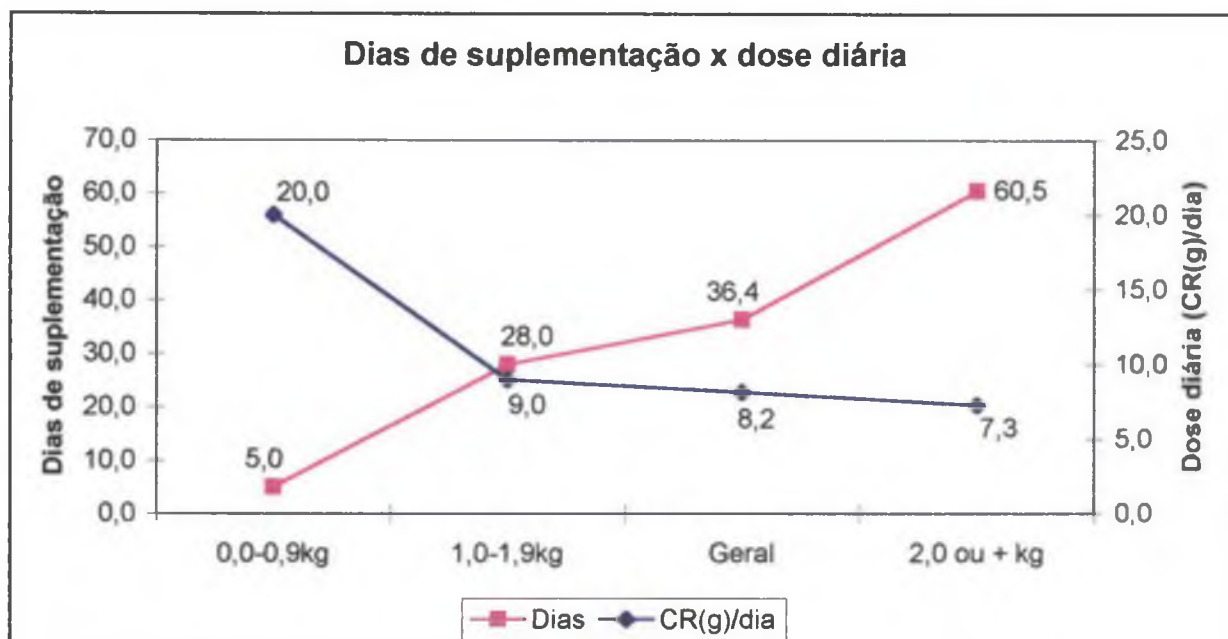
Como pode ser observado no gráfico 8, a massa corporal magra sofre influência direta da dosagem total de creatina ingerida durante os estudos. As linhas representando as dosagens de creatina e os aumentos de massa livre de gordura correspondem-se proporcionalmente, sendo que dosagens elevadas de creatina são responsáveis pelos maiores aumentos de massa corporal magra.

Gráfico 8: quantidade total de creatina ingerida e aumentos na massa corporal magra.



Estudos com longos protocolos de suplementação (7-8 semanas) possivelmente utilizam um breve período de sobrecarga e subsequente período de manutenção da ingestão de creatina. Esses protocolos utilizam uma média de 60 dias com ingestão diária de 7,3g de creatina, podendo ocasionar aumentos na massa corporal magra superior a 2,0kg. No entanto, protocolos de curto período de suplementação, utilizam em média 5 dias com sobrecarga de 20,0g dia, podendo ocasionar aumentos na massa livre de gordura em torno de 0,0 a 0,9kg. Analisando o gráfico 9, observamos que o tempo total de suplementação é inversamente proporcional as doses diárias ingeridas, e ainda, mais dias utilizando pequenas doses de creatina são mais efetivos para ocasionar aumentos na massa corporal magra.

Gráfico 9: dias de suplementação e dosagem diária de creatina.



Pequenos aumentos na massa corporal magra podem ser obtidos com apenas 5 dias de suplementação de creatina, utilizando doses de 20,0g/dia (dados do gráfico 4), entretanto, para indivíduos que buscam aumentos acima de 2kg de massa corporal magra, 60 dias utilizando doses diárias de 7,3g/dia (dados do gráfico 4), podem ser capazes de elevar a massa magra em até 3,3kg. O gráfico 10 demonstra que quanto mais dias submetidos a ingesta de creatina, maiores podem ser os ganhos em massa corporal magra, apresentado, dessa forma, uma proporcionalidade entre o período total de ingesta de creatina e os aumentos obtidos no peso corporal com relação a massa corporal magra.

Gráfico 10: dias de suplementação e aumentos na massa corporal magra.

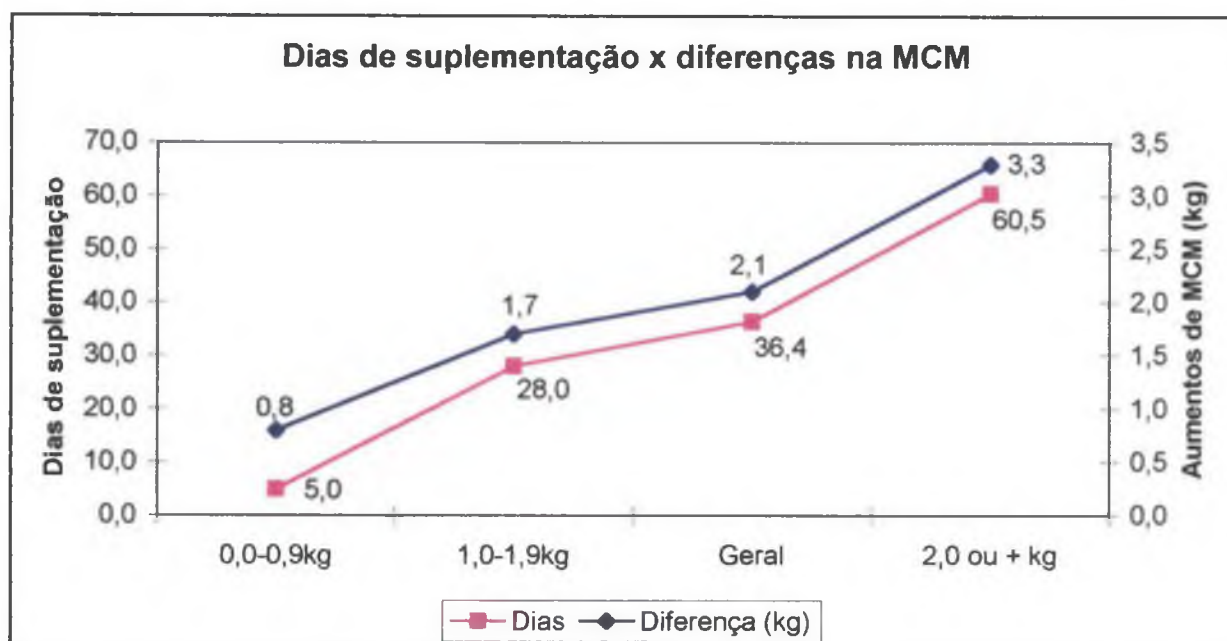


Tabela 32: quadro resumo dos dados inseridos nos gráficos sobre MCM.

Aumento da massa corporal magra (MCM)				
Quadro resumo				
Fases	Total CR(g)	Dias	CR(g)/dia	Diferença (kg)
0,0-0,9kg	100,0	5,0	20,0	+0,8
1,0-1,9kg	252,3	28,0	9,0	+1,7
Geral	297,6	36,4	8,2	+2,1
2,0 ou + kg	441,8	60,5	7,3	+3,3

O aumento da massa corporal magra pode ser fator determinante na performance de várias atividades físicas, do mesmo modo, melhores padrões estéticos podem ser conseguidos quando se eleva a quantidade de tecidos desprovidos de gordura. Contudo, a suplementação de creatina, tanto em períodos curtos como longos, pode ser efetiva para ocasionar aumentos na massa corporal magra.

Os dados dos estudos revelaram que pequenos aumentos de massa corporal (0,8kg) magra podem ser conseguidos em apenas 5 dias de suplementação com doses diárias de 20,0g/dia de creatina. Já aumentos na magnitude de 3,3kg são necessários 60 dias com ingestão média de 7,3g/dia de creatina, entretanto, o treinamento resistido é um dos fatores contribuintes para o almejo desses ganhos.

Fica claro, portanto, analisando a média geral dos estudos, que a suplementação de creatina é efetiva para ocasionar aumentos na massa corporal magra, tanto de indivíduos treinados como destreinados.

3.3.3 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre o Tecido Adiposo

A quantidade de gordura corporal refere-se a soma da gordura subcutânea e visceral, no entanto, para fins de análise da composição corporal, somente a gordura depositada nas camadas internas da pele é verificada, comumente através da aplicação da técnica de dobras cutâneas, mensuradas através de plicômetros científicos.

A inclusão em rotinas de treinamento pode ser capaz de causar alterações nos padrões relativos e absolutos de gordura corporal, assim como na sua distribuição pelos segmentos corporais. Do mesmo modo, a aderência a práticas alimentares apropriadas pode contribuir significativamente para redução da gordura corporal.

O uso de suplementos ergogênicos pode ser uma estratégia adicional para a redução de gordura, contudo, o uso da creatina parece não encontrar respaldo suficiente, a cerca de consensos, que o uso dessa substância pode ser efetiva na redução dos estoques de gordura corporal.

As discussões estatísticas propostas a seguir analisarão as modificações na quantidade de gordura corporal ocasionada após a suplementação de creatina, desconsiderando o processo metodológico abordado na pesquisa. O apêndice 6.4 (vide anexos) contém informações mais precisas de como os estudos prosseguiram, já a tabela 33 explana as modificações ocorridas na quantidade de gordura absoluta (kg) após períodos distintos de suplementação.

Tabela 33: revisão de estudos que obtiveram modificações na quantidade de gordura corporal.

Modificações na gordura corporal			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	-0,8
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	-0,3

BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+0,1
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+1,6
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+0,2
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+0,1
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	-0,3
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	-0,7
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,4
POTTEIGER et al. (2003)	242,2	35,0	+0,6
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	-0,7

A média total de creatina ingerida nos estudos citados anteriormente foi de $292,6 \pm 167,4$ g em um período médio de $36,3 \pm 25,9$ dias, no entanto, devido a alguns estudos apresentarem aumentos na gordura corporal e outros, reduções, a diferença média constatada foi de $0,0 \pm 0,7$ kg (tabela 34).

A relação dose x diferença gordura e dias x diferença gordura resultaram baixas, não sendo possível afirmar que maiores quantidades de creatina, ou mesmo, mais dias a utilizando poderiam ser fatores ocasionais no aumento, ou redução de gordura corporal (tabela 35).

Tabela 34: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 33.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	292,6	36,3	0,0
DESPAD	$\pm 167,4$	$\pm 25,9$	$\pm 0,7$

Tabela 35: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 33.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença gordura	0,24
Correlação dias x diferença gordura	0,33
Correlação dose x dias ingestão	0,78

Os estudos citados na tabela 36 obtiveram aumentos na quantidade de gordura corporal total (kg) após períodos distintos de suplementação. Com uma ingestão média de $310,0 \pm 183,4\text{g}$ de creatina durante aproximados $40,5 \pm 27,6$ dias, ocorreu um aumento médio de $0,5 \pm 0,6\text{kg}$ na quantidade de gordura corporal.

A variância média das elevações de gordura corporal após suplementação de creatina pode ser de 0,0 a 1,1kg, no entanto, o estudo de Willoughby et al. (2001) constatou um aumento de 1,6kg de gordura após período de suplementação de 84 dias (6g/dia durante 84 dias), concomitante a treinamento contra resistência (3 sessões/semana) em homens destreinados.

O superávit calórico ocasionado por 454g de gordura corresponde a 3500kcal (POWERS & HOWLEY, 2000), portanto, para um aumento de 1,1kg de gordura corporal, valor observado na média dos estudos (tabela 37), seria necessária uma demanda calórica de 8480kcal, durante treinamento e dietas, para que a quantidade de gordura corporal retorne aos valores pré-suplementação.

Tabela 36: revisão de estudos que obtiveram aumentos na quantidade de gordura corporal.

Aumento da gordura corporal			
Estudos que obtiveram aumentos da gordura corporal			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
BECQUE et al. (2000)	174,0	42,0	+0,1
WILLOUGHBY et al. (2001)	504,0	84,0	+1,6
JÓWKO et al. (2001)	280,0	21,0	+0,2
TARNOPOLSKI et al. (2001)	560,0	56,0	+0,1
KILDUFF et al. (2002)	100,0	5,0	+0,4
POTTEIGER et al. (2003)	242,2	35,0	+0,6

Tabela 37: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 36.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	310,0	40,5	+0,5
DESPAD	$\pm 183,4$	$\pm 27,6$	$\pm 0,6$

A correlação dose x diferença gordura resultou baixa ($R= 0,36$), no entanto, a relação dias x diferença gordura se mostrou relativamente elevada ($R= 0,63$), levando a concluir que quantos mais dias utilizando creatina, maiores podem ser os aumentos na quantidade de gordura corporal (vide tabela 38).

Tabela 38: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 36.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença gordura	0,36
Correlação dias x diferença gordura	0,63
Correlação dose x dias ingestão	0,81

A tabela a seguir (tabela 39) explana estudos que obtiveram reduções da gordura corporal após períodos diferenciados de suplementação. Quando foram utilizados $271,6 \pm 164,4g$ totais de creatina em aproximados $31,2 \pm 25,7$ dias, a quantidade de gordura corporal reduziu $-0,6 \pm 0,2kg$. A maior redução observada ocorreu no estudo de Vanderberghe et al. (1997), onde após 74 dias de suplementação de creatina (20g/dia durante 4 dias + 5g/dia durante 70 dias) em conjunto com treinamento resistido, a quantidade de gordura corporal reduziu 0,8kg em mulheres sedentárias saudáveis.

Tabela 39: relação de estudos que obtiveram reduções na quantidade de gordura corporal.

Redução da gordura corporal			
Estudos que obtiveram reduções na gordura corporal			
Referência	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
VANDERBERGHE et al. (1997)	430,0	74,0	-0,8
KREIDER et al. (1998)	441,0	28,0	-0,3
IZQUIERDO et al. (2002)	100,0	5,0	-0,3
HUSO et al. (2002)	114,0	21,0	-0,7
VOLEK et al. (2004)	273,1	28,0	-0,7

Tabela 40: média e desvio padrão dos estudos citados na tabela 39.

Média e desvio padrão dos estudos			
Dados	Total CR(g)	Dias	Diferença (kg)
MÉDIA	271,6	31,2	-0,6
DESPAD	±164,4	±25,7	±0,2

Assim como os estudos que obtiveram aumentos na gordura corporal, o fator determinante para as reduções de gordura não foi a dose de creatina ingerida (devido a relação dose x diferença gordura resultar baixa), no entanto, a correlação dias x diferença gordura ($R = -0,65$) mostrou-se relativamente elevada, concluindo que mais dias sob ingesta de creatina podem ser capazes de diminuir as quantidades de gordura corporal (tabela 41).

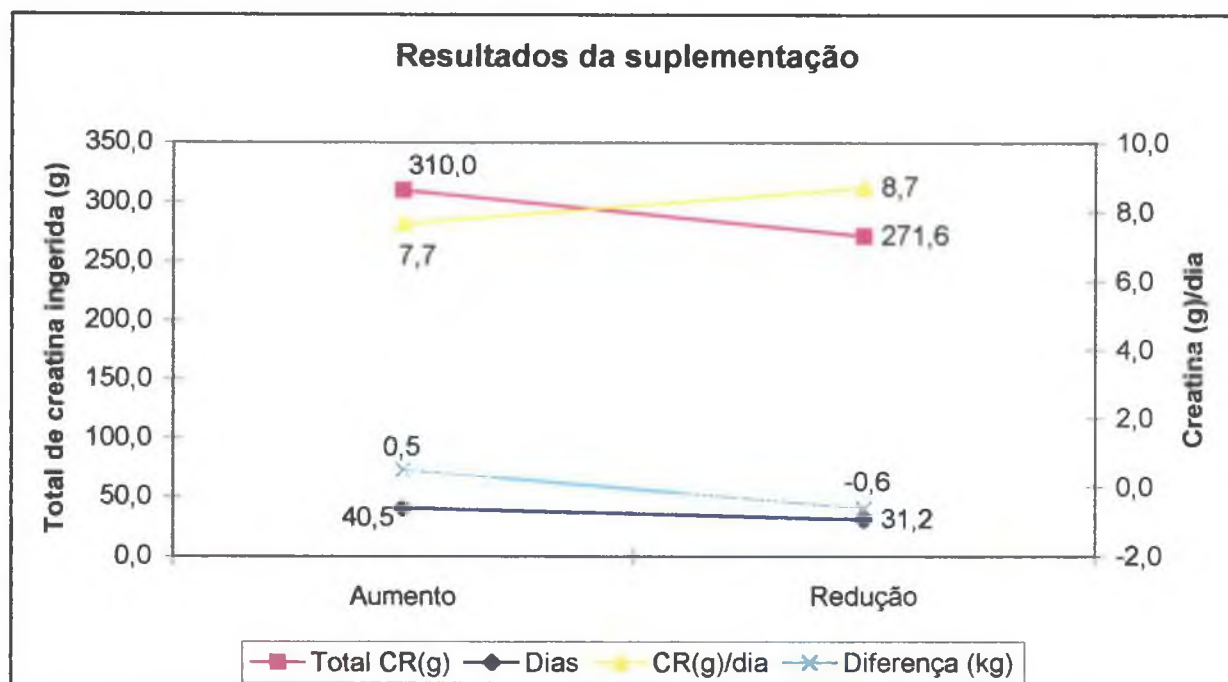
Tabela 41: correlações dos resultados dos estudos citados na tabela 39.

Correlações	
Correlações	R
Correlação dose x diferença gordura	-0,11
Correlação dias x diferença gordura	-0,65
Correlação dose x dias ingestão	0,73

O gráfico 11 resume as médias dos estudos que obtiveram aumentos e reduções na quantidade de gordura corporal. A quantidade total de creatina ingerida que ocasionou aumentos de 0,5kg na gordura corporal, foi de 310,0g de creatina durante 40 dias de suplementação, com ingestão média diária de 7,7g/dia de creatina. Porém, quando foram observadas reduções na gordura corporal, o total de creatina ingerida foi de 8,7g/dia durante 31 dias, totalizando 271,6g de creatina e uma redução de 0,6kg na quantidade de gordura corporal.

Como observado, as reduções na gordura corporal ocorreram com doses totais menores de creatina em conjunto com menor período de suplementação, porém, as doses diárias ingeridas foram maiores, levando a concluir que quando se ingere maior quantidade de creatina/dia por menores períodos de tempo, possivelmente, possa ocorrer reduções na quantidade de gordura corporal, no entanto, a dose total de creatina administrada não pode ser superior a 310,0g.

Gráfico 11: resumos dos resultados da suplementação de creatina sobre a gordura corporal.



Uma quantidade maior de estudos ($n=6$) resultou em aumentos na gordura corporal após períodos de suplementação concomitante, ou não, com treinamento periodizado. O incremento médio de gordura corporal foi de 0,5kg para 6 estudos analisados, no entanto, o desvio padrão foi de $\pm 0,6$ kg, o aumento da quantidade de gordura corporal poderia chegar a 1,1kg em apenas $40,5 \pm 27,2$ dias de experimento. Já os estudos que obtiveram redução da gordura corporal ($n=5$), a relevância nessa redução foi de 0,6kg, com um pequeno desvio padrão de 0,2kg, ou seja, a amplitude máxima de redução pode chegar a 0,8kg em $31,2 \pm 25,7$ dias de suplementação e treinamento.

Portanto, a ingestão de creatina para indivíduos que buscam reduções nos padrões de gordura corporal é incerta, sendo que a inclusão de dietas alimentares balanceadas em conjunto com rotinas de treinamentos periodizados pode alterar os resultados da suplementação, possivelmente, ocasionando reduções de gordura, todavia, os dados encontrados na literatura evidenciam que a suplementação de creatina ocasiona aumentos na gordura corporal em maior magnitude que suas reduções.

Tabela 42: quadro resumo dos dados inseridos no gráfico 1.

Aumento da gordura corporal					
Quadro resumo					
Gordura (kg)	Total CR(g)	Dias	CR(g)/dia	Diferença (kg)	Nº estudos
Aumento	310,0	40,5	7,7	+0,5	6
DesPad	±183,4	±27,6	±5,8	±0,6	
Redução	271,6	31,2	8,7	-0,6	5
DesPad	±164,4	±25,7	±6,4	±0,2	

3.3.4 Efeitos da Suplementação de Creatina sobre a Quantidade Total de Água Corporal

Os maiores ganhos de peso corporal após suplementação de creatina são oriundos, principalmente, do aumento da retenção de água pelo organismo (WILLIAMS & BRANCH, 1998). Devido a creatina ser um composto osmoticamente ativo, aumentando-se suas concentrações intracelulares, pode ocorrer um influxo de água para dentro da célula (WILLIAMS et al., 2000). Do mesmo modo, quando a creatina é transportada para dentro das células musculares, carrega consigo água disponibilizada na corrente sanguínea, ocasionando retenção hídrica (CLARK, 1998).

Estudos têm demonstrado que após períodos de suplementação ocorre diminuição do volume urinário (HULTMAN et al., 1996), sugerindo que os aumentos da quantidade total de água corporal ocasionam aumentos do peso corporal. Corroborando com essa hipótese, quando realizada suplementação de creatina (30g/dia por 2 semanas + 15g/dia por 2 semanas) durante 4 semanas em homens, ocorreu um aumento da quantidade de água corporal em torno de 3,38L ($53,77 \pm 1,75$ L para $57,15 \pm 2,01$ L), aliado a um incremento de 1,7kg de massa corporal ($90,42 \pm 41,74$ kg para $92,12 \pm 15,19$ kg) (KUTZ & GUNTER, 2003).

Cada litro de água corresponde a um quilograma de peso total (1L=1kg), portanto, se os indivíduos da pesquisa anterior tiveram um aumento de 3,38L na quantidade de água corporal, conseqüentemente deveriam ter aumentado seus pesos em média 3,38kg, mas só aumentaram 1,7kg, ocasionando um déficit de 1,68kg (diferença 3,38-1,7kg). Kutz & Gunter (2003) não encontraram alterações

significativas no percentual de gordura e na ingesta calórica diária, sendo que esse déficit de peso poderia ser originado devido um aumento da gordura corporal, no entanto, este não é o caso. Se a quantidade de água corporal aumenta e o peso não acompanha esse aumento, outros tecidos devem ter diminuído sua quantidade, no entanto, quais os tecidos e de que forma reduziram não foram mensurados, mesmo que, podem ter ocorrido falhas nos dados da pesquisa.

Outro estudo que analisou a quantidade de água corporal após suplementação de creatina (25g/dia durante 7 dias + 5g/dia durante 21 dias), utilizando indivíduos do sexo masculino e feminino praticantes de musculação, observou um aumento da quantidade total de água corporal de 2,04L ($41,98 \pm 11,78$ L para $44,02 \pm 12,37$ L) após 28 dias de ingesta de creatina e treinamento, sendo que o peso corporal aumentou 1,32kg ($75,54 \pm 17,67$ kg para $76,86 \pm 18,07$ kg) (POWERS et al., 2003). Do mesmo modo, não há um equilíbrio entre o aumento da água corporal com o aumento de peso corporal, sendo que a exata causa do aumento de peso corporal continua obscura, no entanto, o aumento da síntese protéica e da retenção hídrica são duas causas teóricas comumente citadas (POWERS et al., 2003).

O aumento do conteúdo de glicogênio muscular pode ser um grande contribuinte para o aumento do peso corporal e da quantidade de água corporal, visto que cada grama de glicogênio incorporada à musculatura esquelética carrega consigo 2,7 gramas de água (MCARDLE et al., 1998).

Uma pesquisa contendo protocolo de suplementação de 6 semanas (20g/dia nos 5 primeiros dias + 2g/dia durante 37 dias), observou um aumento significativo ($p < 0,05$) no conteúdo de glicogênio muscular ($18 \pm 5\%$) após o período de sobrecarga de creatina (20g/dia), no entanto, o subsequente uso de 2g/dia não foi suficiente para manter o conteúdo de glicogênio muscular em níveis elevados (VAN LOON et al., 2004).

Um homem pesando cerca de 70kg, saudável e não obeso (20% gordura corporal), armazena em média 350g de glicogênio na musculatura esquelética e mais 60g de glicogênio hepático (POWERS & HOWLEY, 2000). Ocorrendo um aumento de 18% no conteúdo de glicogênio muscular, valor equivalente a 63g, a quantidade de água carregada junto com o glicogênio e infusa nas células musculares é de 170,1g ($63\text{g} \times 2,7\text{g}$). Analisando somente pela mensuração isolada desses

dados, seria possível elevar o peso corporal 233,1g (170,1g de água + 63g de glicogênio).

Quando foram suplementadas 20g/dia de creatina durante 7 dias e mais 10g/dia durante 14 dias em homens saudáveis, ocorreu um aumento da quantidade de água corporal de 1,65L (44,99L para 46,64L) e conseqüente aumento de 2,01kg (75,72kg para 77,73kg) no peso corporal (JÓWKO et al., 2001). Assim como nas pesquisas anteriores, o aumento do peso corporal é menor que a quantidade de água corporal acumulada no organismo.

A suplementação de creatina pode causar significativos aumentos no peso corporal, no entanto, esses aumentos estão embasados em pré-supostos teóricos, sem uma real comprovação científica do aumento de peso. As teorias mais discutidas e comentadas na literatura são de que o (1ª) aumento de peso seja devido a elevações da quantidade de água corporal e intramuscular, teoria fundamentada em resultados de pesquisas que observaram aumento na retenção hídrica corporal após suplementação (KUTZ & GUNTER, 2003, JÓWKO et al., 2001, POWERS et al., 2003) além de aumentos do conteúdo de glicogênio muscular (VAN LOON et al., 2004). Outra teoria seria de que o aumento do peso corporal seja oriundo de (2ª) uma maior síntese protéica na musculatura esquelética (WILLOUGHBY & ROSENE, 2001, VOLEK & RAWSON, 2004), porém, períodos curtos de suplementação (5-15 dias) poderiam ser capazes de ocasionar hipertrofia muscular? A resposta para essa questão pode vir a ser solucionada com estudos subseqüentes e metodologias apropriadas para essa mensuração.

3.4 EFEITOS COLATERAIS E REAÇÕES ADVERSAS APÓS SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA

Devido a creatina ser um aminoácido absorvido exogenamente através da dieta, assim como pode ser produzida endogenamente pelo próprio organismo humano, poucos são os relatos de que a ingestão de suplementos de creatina causam efeitos colaterais, tanto a curto como longo prazo.

Dois indivíduos suplementados com creatina (20g/dia) durante quatro dias apresentaram leves e passageiros desconfortos abdominais, no entanto, após cessada a suplementação, não foi constatada nenhum tipo de alteração do quadro clínico normal (TARNOPOLSKI & MACLENNAN, 2000).

Estudos de revisão, como o de Balsom et al. (1994), não relataram efeitos adversos em curtos períodos de suplementação. Do mesmo modo, o aumento dos níveis de creatinina (resultante da degradação da creatina) na urina após suplementação, não é fator contribuinte para ocasionar disfunções renais (YOSHIZUMI & TSOUROUNIS, 2004). Corroborando com esses dados, Schroder et al. (2004) sugerem que baixas doses de creatina ingerida não são suficientes para ocasionar alteração na concentração plasmática analisada clinicamente.

Portanto, pesquisas subseqüentes são necessárias para averiguar quais as causas pela qual a creatina pode gerar determinados tipos de desconfortos, com isso, tentando minimizar os possíveis problemas que podem ocorrer após períodos de ingestão de creatina.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aderência a hábitos alimentares apropriados e a rotina e treinamentos estruturados pode ser suficiente para o alcance dos objetivos almejados, tanto para fins estéticos como competitivos. No entanto, para otimização da performance em atividades físicas distintas, principalmente atividades com predominância dos sistemas anaeróbios de energia (ATP-PC e glicólise anaeróbia), o uso da creatina, como suplemento ergogênico, apresenta-se de grande importância.

Os resultados que a suplementação de creatina pode ocasionar na performance são: (1) aumento da potência máxima e média de potência máxima durante séries únicas e repetitivas de exercícios em bicicletas ergométricas, aparelhos contra resistência isocinéticos e hidráulicos, (2) aumento da carga máxima (RM) e aumento do número de repetições máximas após períodos curtos de descanso, (3) redução do tempo de sprints únicos e sprints consecutivos, (4) redução do tempo de recuperação após séries consecutivas de exercícios anaeróbios.

Com relação à composição corporal, a suplementação de creatina pode ocasionar: (1) aumento do peso corporal total, (2) aumento da quantidade de massa corporal magra, (3) redução dos estoques de gordura corporal, (4) aumento da quantidade de água intra e extracelular, (5) aumento da síntese protéica e (6) hipertrofia muscular.

Devido a creatina ser um aminoácido sintetizado pelo próprio organismo, sua ingestão por via de suplementos alimentares parece ocasionar poucos efeitos colaterais, sendo que alguns indivíduos submetidos a suplementação com dosagens elevadas apresentaram pequenos problemas intestinais, como dores e mal estar. No entanto, não há nenhuma comprovação científica de que a creatina possa causar danos para órgãos internos, como fígado e rins.

Contudo, as evidências encontradas na literatura e apresentadas nessa pesquisa são categóricas e, de certa forma, incontestáveis em alguns dos seus resultados, como a utilização da suplementação de creatina para otimização da performance em atividades anaeróbias, assim como meio propício para ocasionar modificações nos padrões de composição corporal.

Portanto, a utilização da suplementação de creatina parece ser efetiva para ocasionar melhorias na performance em atividades com predominância anaeróbia,

contudo, atividades aeróbicas intermitentes também podem ser beneficiadas. Todos os estudos onde foram verificados aumentos do peso corporal total e que foram realizadas análises da massa corporal magra, obtiveram aumento da mesma, no entanto, os maiores aumentos da massa livre de gordura foram obtidos em conjunto com treinamento resistido, podendo ser esse um co-fator importante para o aumento da massa magra e do peso corporal. Entretanto, alguns estudos também mostraram aumento da quantidade de gordura corporal, sendo que a suplementação de creatina pode não ser efetiva como tentativa de redução da gordura corporal.

Devido a elevada demanda de estudos que obtiveram resultados positivos na performance e composição corporal, a suplementação de creatina como recurso ergogênico apresenta-se de grande valor, do mesmo modo, devido a falta de argumentos concretos com relação a reações adversas, a creatina não encontra nenhuma restrição a sua ingestão, mostrando-se um suplemento eficiente tanto para comunidade atlética como para praticantes de exercícios sem fins competitivos.

REFERÊNCIAS

- ACSM (American College of Sports Medicine). The physiological and health effects of oral creatine supplementation. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2000; 32 (3): 706-717.
- BALSOM PD, SODERLUND K, EKBLOM B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. **Sports Medicine**. 1994; 18 (4): 268-280.
- BECQUE MD, LOCHMANN JD, MELROSE DR. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2000; 32 (3): 654-658.
- BIRD SP. Creatine supplementation and exercise performance: a brief review. **Journal of Sports Science & Medicine**. 2003; 2: 123-132.
- BRANCH JD. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta – analysis. **International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism**. 2003; 13 (2): 198-226.
- BRUDNAK MA. Creatina: are the benefits worth the risk? **Toxicology Letters**. 2004; 150 (1): 123-130.
- BURKE DG, CHILIBECK PD, PARISE G, CANDOW DG, MAHONEY D, TARNOPOLSKY M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2003; 35 (11): 1946-1955.
- CHAMPE PC, HARVEY RA. **Bioquímica Ilustrada**. 1996. 2ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas.
- CLARK JF. Creatine: a review of its nutritional applications in sport. **Nutrition**. 1998; 14 (3): 322-324.
- DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 2003; 9 (2): 43-56.
- ECKERSON JM, STOUT JR, MOORE GA, STONE NJ, NISHIMURA K, TAMURA K. Effect of two and five days of creatine loading on anaerobic working capacity in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2004; 18 (1): 168-173.
- FARQUHAR WB, ZAMBRASKI EJ. Effects of creatine use on the athletes's kidney. **Current Sports Medicine Reports**. 2002; 1 (2): 103-106.

- FETT C. **Ciência da suplementação alimentar**. 2000; Rio de Janeiro: Sprint.
- FLECK SJ, VOLEK JS, KRAEMER WJ. Efeito da suplementação de creatine em sprints no pedalar e na performance de sprints repetitivos no pedalar. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 2000; 8 (3): 25-32.
- FONTANA KE, CASAL HMV, BALDISSERA V. Creatina como suplemento ergogênico. **Revista Digital – Buenos Aires**. 2003; 9 (60). Disponível em [<http://www.efdeportes.com/efd60/creatina.htm>].
- FOX EL, BOWERS RW, FOSS ML. **Bases fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. 1991; 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- GOLDBERG PG, BECHTEL PJ. Effects of low dose creatine supplementation on strenght, speed and power events by male athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 1997; 29 (5): 251.
- GREENHAFF PL. The nutritional biochemistry of creatine. **Nutritional Biochemistry**. 1997; 8: 610-618.
- HAVENETIDIS K, MATSOUKA O, COOKE CB, THEODOROU A. The use of varying creatine regimens on sprint cycling. **Journal of Sports Science and Medicine**. 2003; 2: 88-97.
- HEYWARD VH, STOLARCZYK LM. **Avaliação da Composição Corporal Aplicada**. 2000; São Paulo: Editora Manole LTDA.
- HULTMAN E, SODERLUND K, TIMMONS JA, CEDERBLAD G, GREENHAFF PL. Muscle creatine loading in men. **Journal of Applied Physiology**. 1996; 81 (1): 232-237.
- HUSO ME, HAMPL JS, JOHNSTON CS, SWAN PD. Creatine supplementation influences substrate utilization at rest. **Journal of Applied Physiology**. 2002; 93: 2018-2022
- IZQUIERDO M, IBAÑEZ J, GANZÁLEZ-BADILLO JJ, GOROSTIAGA EM. Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2002; 34 (2): 332-343.
- JACOBS I. Dietary creatine monohydrate supplementation. **Canadian Journal of Applied Physiology**. 1999; 24 (6) 503-514.
- JONES AM, CARTER H, PRINGLE JSM, CAMPBELL IT. Effect of creatine supplementation on oxygen uptake kinetics during submaximal cycle exercise. **Journal of Applied Physiology** . 2002; 92 (6): 2571-2577.

- JÓWKO E, OSTASZEWSKI P, JANK M, SACHARUK J, ZIENIEWICZ A, WILCZAK J et al. Creatine and β -Hydroxy- β -Methylbutyrate (HMB) Additively Increase Lean Body Mass and Muscle Strength During a Weight-Training Program. **Nutrition**. 2001; 17: 558-566.
- JUHN MS. Oral creatine supplementation. **Physican and Sportsmedicine**. 1999; 27 (5).
- KILDUFF LP, VIDA KOVIC P, COONEY G, TWYCROSS-LEWIS R, AMUNA P, PARKER M et al. Effects of creatine on isometric bench-press performance in resistance-trained humans. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2002; 34 (7): 1176-1183.
- KOÇAK S, KARLI U. Effects of high dose oral creatine supplementation on anaerobic capacity of elite wrestlers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 2003; 43 (4): 488-492.
- KREIDER RB. Creatine supplementation: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns. **Journal of Exercise Physiologyonline**. 1998; 1 (1): 1998. Disponível em [<http://www.css.edu/users/tboone2/asep/jan.htm>].
- KREIDER RB, FERREIRA M, WILSON M, GRINDSTAFF P, PLISK S, REINARDY J et al. Effects of creatine supplementation on body composition, strenght, and sprint performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 1998; 30 (1): 73-82.
- KREIDER RB. Effects of creatina supplementation on performance and training adaptations. **Molecular and Cellular Biochemistry**. 2003; 244: 89-94.
- KUROSAWA Y, HAMAOKA T, KATSUMURA M, KIMURA N, SAKO T, CHANCE B. Creatine supplementation enhances anaerobic ATP synthesis during a single 10 sec maximal handgrip exercise. **Mollecular and Cellular Biochemistry**. 2003; 244 (1-2): 105-112.
- KUTZ MR, GUNTER MJ. Creatine monohydrate supplementation on body weight and percent body fat. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2003; 17 (4): 817-821.
- LEHMKUHL M, MALONE M, JUSTICE B, TRONE G, PISTILLI E, VINCI D et al. The effects of 8 weeks of creatine monohydrate and glutamine supplementation on body composition and performance measures. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2003; 17 (3): 425-438.
- McARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 1998; 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan SA.

- MCNAUGHTON LR, DALTON B, TARR J. The effects of creatine supplementation on high-intensity exercise performance in elite performers. **European Journal of Applied Physiology**. 1998; 78: 236-240.
- PERALTA J, AMANCIO OMS. A creatina como suplemento ergogênico para atletas. **Revista de Nutrição**. 2002; 15 (1): 83-93.
- POTTEIGER JA, CARPER MJ, RANDALL JC, MAGEET LJ, JACOBSEN DJ, HULVER MW. Changes in Lower Leg Anterior Compartment Pressure Before, During, and After Creatine Supplementation. **Journal of Athletic Training**. 2003; 37 (2): 157-163.
- POWERS SK, HOWLEY ET. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 2000; São Paulo: Editora Manole LTDA.
- POWERS ME, ARNOLD BL, WELTMAN AL, PERRIN DH, MISTRY D, KAHLER DM et al. Creatine Supplementation Increases Total Body Water Without Altering Fluid Distribution. **Journal of Athletic Training**. 2003; 31 (1): 44-50.
- PREEN D, DAWSON B, GOODMAN C, LAWRENCE S, BEILBY J, CHING S. Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2001; 33 (5): 814-821
- RACETTE SB. Creatine supplementation and athletic performance. **Journal of Orthopedic Sport and Physic Therapy**. 2003; 33 (10): 615-621.
- RAWSON ES, VOLEK JS. Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strenght and weighthlifting performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2003; 17 (4): 822-831.
- REZENDE ARA. Suplementação de creatina no treinamento de musculação e influência no aumento da massa muscular. **Revista Digital Vida & Saúde**. 1 (2): 2003. Disponível em [<http://www.boletimef.org/?canal=12&file=658>].
- SCHRODER H, TERRADOS N, TRAMULLAS A. Risk assessment of the potential side effects of long-term creatine supplementation in team sport athletes. **European Journal of Nutrition**. 2004; 11.
- SKARE OC, SKADBER O, WISNES AR. Creatine supplementation improves sprint performance in male sprinters. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. 2001; 11: 96-102.
- SMART NA, MCKENZIE SG, NIX LM, BALDWIN SE, PAGE K, WADE D et al. Creatine supplementation does not improve repeat sprint performance in soccer players. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 1998; 30 (5): 140.

- SNOW RJ, MCKENNAN MJ, SELIG SE, KEMP J, BERWICK JP. Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. **Journal of Applied Physiology**. 1998; 84: 1667-1673.
- STEENGE GR, SIMPSON EJ, GREENHAFF PL. Protein – and carbohydrate – induced augmentation of whole body creatine retention in humans. **Journal of Applied Physiology**. 2000; 89: 1165-1171.
- TARNOPOLSKI MA, MACLENNAN DP. Creatine monohydrate supplementation enhances high – intensity exercise performance in males and females. **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism**. 2000; 10: 452-463.
- TARNOPOLSKI MA, PARISE G, YARDLEY NJ, BALLANTYNE CS, OLATUNJI S, PHILLIPS SM. Creatine – dextrose and protein – dextrose induce similar strength gains during training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2001; 33 (12): 2044-2052.
- VAN LOON LJ, MURPHY R, OOSTERLAAR AM, CAMERON-SMITH D, HARGREAVES M, WAGENMAKERS AJ et al. Creatine supplementation increases glycogen storage but not GLUT-4 expression in human skeletal muscle. **Clinical Science (Lond)**. 2004; 106 (1): 99-106.
- VANDENBERGHR K, GORIS M, VAN HECKE P, VAN LEEMPUTTE M, VANGERVER L, HESPEL P. Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. **Journal of Applied Physiology**. 1997; 83 (6): 2055-2063.
- VERKHOSHANSKY YV. Problemas atuais da metodologia do treino desportivo. **Revista Treinamento Desportivo**. 1996; 1 (1): 33-45.
- VOLEK JS, KRAEMER WL, BUSH JA, BOETES M, INCLEDON T, CLARK KL et al. Creatine supplementation: effect on muscular performance during high-intensity resistance exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 1996; 28 (5): 81.
- VOLEK JS, RAWSON ES. Scientific Basis and Practical Aspects of Creatine Supplementation for Athletes. **Nutrition**. 2004; 20: 609-614.
- VOLEK JS, RATAMESS NA, RUBIN MR, GÓMEZ AL, FRENCH DN, McGUIDAN MM et al. The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching. **European Journal of Applied Physiology**. 2004; 91: 628-637.
- WILLIAMS MH, BRANCH JD. Creatine supplementation and exercise performance: an update. **Journal of American College Nutrition**. 1998; 17 (3): 216-234.

WILLIAMS MH, KREIDER RB, BRANCH JD. **Creatina**. 2000; São Paulo: Editora Manole LTDA.

WILLIAMS MH. **The ergogenics edge: pushing the limits of sports performance**. 1998; USA: Human Kinetics.

WILLOUGHBY DS, ROSENE J. Effects of oral creatine and resistance training on myosin heavy chain expression. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2001; 33 (10): 1674-1681.

YOSHIZUMI WM, TSOUROUNIS C. Effects of creatine supplementation on renal function. **Journal of Herbal Pharmacotherapy**. 2004; 4 (1):1-7.

ZIEGENFUSS TN, ROGERS M, LOWERY L, MULLINS N, MENDEL R, ANTONIO J, LEMON P. Effect of creatine loading on anaerobic performance and skeletal muscle volume in NCAA division I athletes. **Nutrition**. 2002; 18: 397-402.

ANEXOS

Apêndice 1

Funções dos aminoácidos precursores da creatina (FETT, 2000):

L-Arginina

- acelera a cicatrização e diminui o processo catabólico;
- aumenta a resistência a infecções;
- reduz os níveis de amônia no músculo e no cérebro;
- possui a capacidade de aumentar a ressíntese de fosfato de creatina (PC).

L-Glicina

- participa da manufatura dos aminoácidos;
- usada como controle de depressão e possui efeito calmante;
- vital da síntese da creatina, da glicose, DNA e RNA.

L-Metionina

- contém enxofre (desintoxicantes orgânicos);
- elimina substâncias gordurosas do organismo, desobstruindo artérias;
- remove tecidos tóxicos do fígado;
- promove a regeneração dos tecidos hepáticos e renais;
- forma a L-Carnitina, na presença de vitamina C e L-Lisina.

Apêndice 2

Tabela 43: efeitos da suplementação de creatina sobre o peso corporal – revisão de estudos.

Referência	População	N	Idade (anos)	Altura (cm)	Dose alta	Dias	Dose baixa	Dias	Total CR (g)	Dias totais	Peso pré	Peso pós	Dif (kg)	p
VANDERBERGHE et al. (1997)	M sed	10	20,5		20,0	4	5,0	70	430,0	74	60,7	62,5	1,8	<0,05
KREIDER et al. (1998)	H atl	11	19,9	183,0	15,8	28			441,0	28	90,9	93,1	2,2	<0,001
SNOW et al. (1998)	H at	8	23,0	180,1	30,0	5			150,0	5	79,1	80,2	1,1	<0,05
McNAUGHTON et al. (1998)	H atl	8	21,0	170,2	20,0	5			100,0	5	75,3	77,3	2,0	<0,01
BECQUE et al. (2000)	H musc	10	21,5		20,0	5	2,0	37	174,0	42	86,7	88,7	2,0	<0,05
WILLOUGHBY et al. (2001)	H dest	8	20,4	180,4			6,0	84	504,0	84	83,2	88,2	5,0	<0,05
SKARE et al. (2001)	H sprinters	9	21,1	180,4	20,0	5			100,0	5	73,6	74,2	0,6	<0,05
JÓWKO et al. (2001)	H saudáveis	11	21,4	179,2	20,0	7	10,0	14	280,0	21	75,7	77,7	2,0	
TARNOPOLSKI et al. (2001)	H saudáveis	11	23,9	175,6			10	56	560,0	56	76,1	80,4	4,3	<0,05
PREEN et al. (2001)	H ativos	7	24,8	177,3	20,0	5			100,0	5	73,7	74,6	0,9	<0,05
ZIEGENFUSS et al. (2002)	H e M atletas	10	20,9		20,0	3			60,0	3	66,7	67,6	0,9	<0,03
IZQUIERDO et al. (2002)	H atl	9	20,8	182,0	20,0	5			100,0	5	79,4	80,0	0,6	<0,05
KILDUFF et al. (2002)	H musc	21	24,5	179,0	20,0	5			100,0	5	71,9	72,6	0,7	<0,05
HUSO et al. (2002)	H ativos	10	24,0	179,7	20,0	4	2,0	17	114,0	21	73,6	75,2	1,6	<0,05
POTTEIGER et al. (2003)	H ativos	8	24,5		24,6	7	2,5	28	242,2	35	82,2	84,1	1,9	<0,05
POWERS et al. (2003)	H e M musc	16	22,3	171,6	25,0	7	5,0	21	280,0	28	75,5	76,9	1,3	<0,05
VOLEK et al. (2004)	H musc	9	20,7	179,3	26,0	7	4,3	21	273,1	28	86,7	89,2	2,5	<0,05

H: homens; sed: sedentários; atl: atletas; musc: praticantes de musculação; dest: destreinados; M: mulheres; CR: creatina; Dif: diferença.

Apêndice 3

Tabela 44: efeitos da suplementação de creatina sobre a massa corporal magra – revisão de estudos;.

Referência	População	N	Idade (anos)	Altura (cm)	Dose alta	Dias	Dose baixa	Dias	Total CR (g)	Dias totais	MCM pré	MCM pós	Dif (kg)	p
VANDERBERGHE et al. (1997)	M sed	10	20,5		20,0	4	5,0	70	430,0	74	44,9	47,5	2,6	<0,05
KREIDER et al. (1998)	H atl	11	19,9	183,0	15,8	28			441,0	28	69,8	71,2	1,3	<0,001
BECQUE et al. (2000)	H musc	10	21,5		20,0	5	2,0	37	174,0	42	71,2	72,8	1,6	<0,01
JÓWKO et al. (2001)	H saudáveis	11	21,4	179,2	20,0	7	10,0	14	280,0	21	63,1	64,9	1,8	
WILLOUGHBY et al. (2001)	H dest	8	20,4	180,4			6,0	84	504,0	84	72,8	76,1	3,2	<0,05
TARNOPOLSKI et al. (2001)	H saudáveis	11	23,9	175,6			10	56	560,0	56	57,8	61,8	4,0	<0,05
HUSO et al. (2002)	H ativos	10	24,0	179,7	20,0	4	2,0	17	114,0	21	63,1	65,0	1,9	<0,05
IZQUIERDO et al. (2002)	H atl	9	20,8	182,0	20,0	5			100,0	5	70,9	71,8	0,9	<0,05
KILDUFF et al. (2002)	H musc	21	24,5	179,0	20,0	5			100,0	5	71,9	72,6	0,7	<0,05
VOLEK et al. (2004)	H musc	9	20,7	179,3	26,0	7	4,3	21	273,1	28	67,2	70,6	3,4	<0,05

H: homens; sed: sedentários; atl: atletas; musc: praticantes de musculação; dest: destreinados; M: mulheres; CR: creatina; MCM: massa corporal magra; Dif: diferença.

Apêndice 4

Tabela 45: efeitos da suplementação de creatina sobre a quantidade de gordura corporal – revisão de estudos;.

Referência	População	N	Idade (anos)	Altura (cm)	Dose alta	Dias	Dose baixa	Dias	Total CR (g)	Dias totais	G-pré (kg)	G-pós (pós)	Dif (kg)	p
VANDERBERGHE et al. (1997)	M sed	10	20,5		20,0	4	5,0	70	430,0	74	15,8	15,0	-0,8	<0,05
KREIDER et al. (1998)	H atletas	11	19,9	183,0	15,8	28			441,0	28	16,2	15,9	-0,3	>0,05
BECQUE et al. (2000)	H musc	10	21,5		20,0	5	2,0	37	174,0	42	15,6	15,7	0,1	>0,05
WILLOUGHBY et al. (2001)	H dest	8	20,4	180,4			6,0	84	504,0	84	14,9	16,5	1,6	>0,05
JÓWKO et al. (2001)	H saudáveis	11	21,4	179,2	20,0	7	10,0	14	280,0	21	12,6	12,8	0,2	>0,05
TARNOPOLSKI et al. (2001)	H saudáveis	11	23,9	175,6			10	56	560,0	56	15,6	15,7	0,1	>0,05
IZQUIERDO et al. (2002)	H atl	9	20,8	182,0	20,0	5			100,0	5	8,5	8,2	-0,3	>0,05
KILDUFF et al. (2002)	H musc	21	24,5	179,0	20,0	5			100,0	5	12,2	12,6	0,4	>0,05
HUSO et al. (2002)	H ativos	10	24,0	179,7	20,0	4	2,0	17	114,0	21	10,7	10,0	-0,7	>0,05
POTTEIGER et al. (2003)	H ativos	8	24,5		24,6	7	2,5	28	242,2	35	15,4	16,0	0,6	>0,05
VOLEK et al. (2004)	H musc	9	20,7	179,3	26,0	7	4,3	21	273,1	28	16,5	15,8	-0,7	<0,05

H: homens; sed: sedentários; atl: atletas; musc: praticantes de musculação; dest: destreinados; M: mulheres; CR: creatina; G-pré: gordura corporal pré-suplementação; G-pós: gordura corporal pós-suplementação; Dif: diferença.